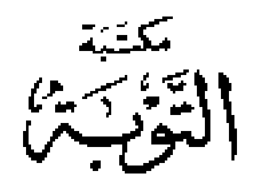
الصوتيات العربية

تأليف
الدكتور منصور بن محمد الغامدي

مكتبة
التوبة

الصوتيات العربية

تأليف
الدكتور منصور بن محمد الغامدي



ح منصور محمد الغامدي، ١٤٢١هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الغامدي، منصور محمد
الصوتيات العربية.ـ الرياض
... ص، ..سم
ردمك: x - ٩٢٠ - ٣٦ - ٩٩٦٠
١ - اللغة العربية - الأصوات ٢ - اللغة العربية - النطق 1 - العنوان
ديوي ٤١١,٥

رقم الإيداع: ٢١/٠٧١٠
ردمك : x - ٩٢٠ - ٣٦ - ٩٩٦٠

الطبعة الأولى
١٤٢١هـ - ٢٠٠١م



الرياض ـ المملكة العربية السعودية ـ شارع جرير
هاتف ٤٧٦٣٤٢١ فاكس ٤٧٧٤٨٦٢ ص.ب ١٨٢٩٠ الرمز ١١٤١٥

المحتويات

١ . المقدمة

نظراً للتأخر العلمي والتقني في العالم العربي عما هو قائم في الدول المتقدمة ، فإن هناك محاولات جادّة لنقل المعرفة إلى الدارس العربي . فوجود الكتاب بلغة القوم هو الخطوة الأولى لنقل المعرفة إليهم ، ومن ثمّ فإن هناك خيارين أمام الباحث :

الأول ، ترجمة الكتب المتخصصة إلى العربية .

الآخر ، التأليف .

ولكل منهما محاسنه وعيوبه ولو أنه عادة ما يسبق الأول الآخر . فيأتي الخيار الآخر عندما تتكون قاعدة معرفية تكفي للانطلاق إلى مجال التأليف . وتختلف محتويات ميادين المعرفة مما يجعل من السهولة بمكان ترجمة بعضها بدون صعوبات تذكر كالعلوم الطبيعية ، مثلاً ، عدا مشكلة المصطلحات وتوحيدها . أما في حالة اللسانيات فإن المترجم يجد صعوبة بالغة في الترجمة . ليس لأن هناك مصطلحات عديدة تحتاج للترجمة أو التعريب فحسب ، ولكن أيضاً لأن الأمثلة المطروحة باللغة الأصلية غير عربية ، وإذا ما تُرجمت فإنها تفقد خصوصيتها اللغوية الخاصة باللغة الأصلية وتكتسب خصوصية العربية مما قد يخرج المثال عن وظيفته . ويجد المترجم صعوبة في إيراد أمثلة بالعربية لأنها لم تُدرس وتُبحث بشكل عصري يتوافق مع الإنجازات المعاصرة . وقد يكون هذا أحد الأسباب التي أخرت ظهور دراسات لسانية معاصرة في العالم العربي . إذ لا يوجد قاعدة معرفية يمكن الانطلاق منها

للتأليف في هذا الحقل ، ولا يوجد كتب مترجمة ترجمة دقيقة وأمينة للإنجازات الغربية في الصوتيات على وجه الخصوص .

والصوتيات من العلوم التي قفزت كماً ونوعاً في هذا القرن . ولا تزال المكتبة العربية مفتقرة إليها سواء المترجم منها أو المؤلف . ورأيت أن التأليف أيسر للدارس وأكثر فائدة من الترجمة وذلك لأن معظم الكتب المتميزة باللغات الأخرى تسرد عديداً من التجارب والأمثلة عن أصوات لغة الكتاب – كما أسلفنا – وقلما نجد ذكرا لأصوات العربية ؛ لهذا رأيت أن أسهم بهذا القدر المتواضع راجيا أن يكون لبنة في الصوتيات العربية ، ولا شك بأننا لا نزال بحاجة إلى عديد من الكتب والدراسات عن أصوات لغتنا المكتوبة بالعربية لتخدم الدارس العربي .

والكتاب عبارة عن مدخل أو مقدمة للصوتيات بشكل عام . ذكرنا فيه تعريفاً للصوتيات ونشأتها وفروعها وعلاقتها باللسانيات (الفصل الثاني) . وتحدثنا عن فروع الصوتيات ومجالاتها المختلفة : فالفصل الثالث عن الصوتيات النطقية ، والفصل السادس عن الصوتيات الأكوستية ، والفصل السابع عن الصوتيات السمعية . أما الفصل الرابع فهو عن أصوات العربية من منظور أصواتي معاصر . كما أفردنا الفصل الخامس للدراسات الأصواتية القديمة وعلاقتها بالصوتيات المعاصرة . أما تطبيقات الصوتيات في حياتنا اليومية فذكرناها في الفصل الثامن .

وحيث إن الصوتيات علم معملي تجريبي تُستخدم فيه أجهزة عديـــدة ومتنوعـــة فالفصل التاسع يتحدث عن الأجهزة التي يســـتخدمها الأصواتيـــون فـــي دراســـاتهم وتجاربهم وأبحاثهم . والكتاب يحتوي على عدد كبير من الرسوم التوضيحية والرسوم البيانية والجداول والصور ، فقد تكون أكثر إيصالا للفكرة من الكتابة المجردة .

وبهذا حاولت أن أجمع المعلومات العامة التـــي تـــهم الـــدارس العربـــي عـــن الصوتيات . وأرجو أن أكون قد وفقت في تقديم ما هو مختصر ومفيـــد ، ويعذرنـــي الدارس عن العجز فالطريق طويلة والحاجة ملحة لمزيد من الإسهامات .

وأود في هذه المقدمة تقديم شكري الجزيل لكل مـــن يســـعى للارتقـــاء بـــهذا التخصص في عالمنا العربي سواء من المتخصصين أم من أصحاب القرار . وأخـص بالذكر مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية المتمثلة في الدكتور / محمد بن إبراهيـم السويل ، نائب رئيس المدينة لمعاهد البحوث ؛ والدكتور / أشرف بن محمد الخيري ، المشرف السابق على معهد بحوث الإلكترونيات والحاســـبات ، علـــى الدعـــم غـــير المحدود الذي قدمته لإقامة مركز علوم وتقنية الأصوات ودعمها لمشـــاريع المركـــز لتقديم معطيات دقيقة ومفصلة عن أصوات العربية ، فمعظم الرسوم المنشورة في هـذا الكتاب تمت بواسطة استخدام أجهزة المركز .

كما أتقدم بالشكر للزملاء : الدكتور محمد صالح باســـلامة ، أســـتاذ الصوتيـــات بجامعة أم القرى ؛ والرائد عبد الهادي ظافر الشهري ، رئيس قسم تطويـــر المنـــاهج

بكلية الملك خالد العسكرية ؛ والدكتور أشرف محمد الخيري ، أستاذ هندسة وعلوم الحاسب بمعهد بحوث الإلكترونيات والحاسبات ؛ والدكتور عبد الناصر حسن ، أستاذ اللغة العربية بكلية الملك خالد العسكرية اللذين بذلوا جهدهم ووقتهم لقراءة مسودة الكتاب وتفضلوا بتقديم مقترحاتهم وآرائهم التي كان لها دور كبير في تعديل وتصحيح بعض ما ورد فيها ، وقد أخذت بمعظم ملاحظاتهم . وهذا لا يحمّلهم مسئولية عيوب الكتاب فهي من شأن الباحث وحده .

وأشكر سلفا كل من يتفضل بإرسال ملاحظاته ومقترحاته حول هذا الكتاب على العنوان التالي : ص ب ٤٥٣١٤ ، الرياض ١١٥١٢ (mghamdi@hotmail.com) . فالهدف دوما هو البحث عن الأفضل لخدمة الدارس والعلم ذاته .

٢. تطور الصوتيات

قبل الحديث عن الصوتيات لابد من تقديم نبذه عن اللسانيات التي يرى كثير من اللغويين بأن علم الصوتيات أحد فروعها ، على الرغم من أنه قد يكون أقدم بكثير من فروع اللسانيات الأخرى إضافة إلى كونه علماً تجريبياً معملياً تتم معظم الدراسات فيه في معامل متخصصة . وبغض النظر عن كونه فرعاً من اللسانيات أو علماً مستقلاً بذاته إلا أن هناك ارتباطاً واضحاً بينه وبين اللسانيات ، لهذا سأورد فيما يلي إيجازاً تاريخياً عن تطور علم اللسانيات .

٢. ١. اللسانيات Linguistics

لم يُعجَب الإنسان بشيء إعجابه بلغته . ولقد أخذ هذا الإعجاب يزداد على مر السنين . حتى جعلها الفارق بينه وبين الحيوان ؛ وذلك لإدراكه بأن كل القدرات العقلية الأخرى عند الإنسان لا يمكنها القيام بدورها كما يجب في غياب اللغة . فالقدرات العقلية أسيرة الدماغ ، واللغة هي الوعاء الذي ينقلها إلى العالم الخارجي .

فاللغة تنقل أفكار الإنسان وعلومه إما مباشرة أو عبر الزمن . إذ تحمل إلينا كماً هائلاً من المعطيات يومياً ، وذلك عندما ننصت إلى الآخرين مباشرة أو عن طريق وسائل الإعلام ووسائل الاتصالات المختلفة . وفي الوقت نفسه ، تنقل اللغة إلينا النتاج الفكري لكثير ممن سبقونا عبر آلاف السنين .

وإذا كان الدماغ يتكون من بلايين الخلايا العصبية المرتبطة ببعضها بطريقة تجعل من السهل انتقال إشارة عصبية من خلية إلى أخرى ، فإن الأدمغة البشرية تشكل في مجملها شبكة عملاقة تربط بني البشر جميعهم منذ عصر الكتابة[1] إلى قيام الساعة ، واللغة هي الوسيط الوحيد للربط بينها . هذا لا يجعل الإنسان حاملاً فكره وتصوره في جمجمته فحسب ، بل ويجعله حاملاً علوم وفكر وإنجازات الملايين من البشر . وتقوم بهذه المهمة كما أسلفنا اللغة التي تجتاز عاملي الزمان والمكان . وبها كانت المعرفة البشرية تراكمية وليست وليدة ساعة أو مكان بذاته .

ونظراً للدور الأساس للغة في حياة الإنسان ، وإدراك الإنسان أهمية هذا الدور ، فقد بدأ بتأملها وتفسيرها محاولاً بذلك تقعيدها وفك رموزها . وأقدم دراسة لغوية حُفظت إلى يومنا هذا ما قام بها بانيني Panini في الهند قبل أكثر من ألفين وخمسمائة سنة . وكان من أهم ما احتوته تلك الدراسة هو ذكر مخارج الأصوات ، وتأثر بعضها ببعض. ثم ظهرت المحاولات الأولى لوضع تفسير للعلاقة بين الاسم ومعناه على يد الفلاسفة اليونانيين أمثال أفلاطون Plato وأرسطو Aristotle قبل أكثر من ألفين وثلاثمائة سنة . وفي القرن الأول قبل الميلاد كتب ديونيسيوس Dionysius Thrax أول كتاب متكامل لقواعد اللغة اليونانية والذي بقي مرجعاً لفترة تقرب من ألف سنة .

[1] قد تكون بدأت قبل ذلك بكثير ، ولكن على افتراض أن ما تناقله الناس مشافهة يُنسى ويبقى ما كتب فقط .

ثم نهج اللغويون الرومان المنهج نفسه الذي سلكه اليونانيون فقاموا بتقعيد اللغة اللاتينية.

ونظراً لاهتمام العرب بالقرآن الكريم ومحاولتهم الحفاظ على لغته والنهضة الفكرية التي شملت سائر العلوم ، فقد قام اللغويون العرب قبل أكثر من ألف ومائتي سنة بتقعيد العربية ووضع وصف دقيق لقواعدها النحوية والصرفية ومخارج أصواتها وطرق إخراجها ، وتأثير الأصوات على بعضها البعض ، فكان من أبرز وأوائل من كتب عنها الخليل بن أحمد الفراهيدي في كتابه : *العين* ثم تبعه سيبويه في كتابه : *الكتاب* وذلك في القرن الثاني الهجري . وتلاهما إسهامات عديدة حفظت لنا العربية رغم كل الظروف التي مرت بها الأمة عبر قرون الانحطاط والتمزق .

وفي نهاية القرن الثامن عشر الميلادي ظهر الخلاف في أوربا بين التجريبيين والعقلانيين حول ما إذا كانت اللغة فطرية أم مكتسبة .

إلا أن أول بروز لعلم اللسانيات كان في بداية القرن العشرين على يد اللساني السويسري سوسير Saussure وظهرت بعد ذلك عدة مدارس لغوية كان من أبرزها مدرسة نعام تشومسكي Noam Chomsky الذي أتى بنظريته المشهورة "القواعد التوليدية" Generative Grammar عندما نشر كتابه الشهير *التراكيب النحوية Syntactic Structures* سنة ١٩٥٧م . وكان يهدف تشومسكي إلى الكشف عن العمليات العقلية التي تتم أثناء الكلام . ولا يزال الكثير من أفكار تشومسكي حية

ومثيرة للجدل . ومهما كان الخلاف معه إلا أن معظم اللسانيين يرون أنه ظاهرة فريدة قفز بعلم اللسانيات إلى مراحل متقدمة .

ولعلم اللسانيات فروع وتطبيقات عدة ، منها : النحو syntax ، والصرف morphology ، والفونولجيا phonology ، والدلالة semantics ، واللسانيات التاريخية diachronic linguistics واللسانيات الوصفية synchronic linguistics واكتساب اللغة الأم first language acquisition وتعلم لغة ثانية second language learning وعلاج اضطرابات التخاطب speech therapy ، إضافة إلى الصوتيات phonetics إذا ما اعتبرناه فرعاً من فروع اللسانيات .

٢. ١. ١. مستويات اللغة Linguistic Levels

قسم اللسانيون القدرة اللغوية عند الإنسان إلى عدة مستويات ، وذلك لتسهيل دراسة الظواهر اللغوية . فعندما يتعمق نحوي في دراسة لغة ما أو دراسة قاعدة صرفية أو نحوية معينة في أكثر من لغة فإنه غالباً ما يعرض عن الخصائص الأصواتية في هذه اللغة أو تلك ، وكذلك لو كان الدارس أصواتياً ويقوم بدراسة عن الخصائص الأصواتية للغة أو مجموعة من اللغات فإنه كثيراً ما يدع المستوى النحوي والصرفي لتلك اللغة أو اللغات . وهذا يعين الباحثين على التركيز على ظاهرة محددة في مستوى لغوي معين ليس بينه وبين المستويات الأخرى ارتباطٌ ذو علاقة

بالظاهرة نفسها . هذا لا يعني أنه ليس هناك ترابط عام بين المستويات اللغوية التـــي تشكل في مجملها الملكة اللغوية . ولكن كما ذكرنا سابقا فإن كل مستوى يؤدي وظيفــة محددة وفي الوقت نفسه مرتبط بالمستويات الأخرى . وقد أفاد هذا التقسيم في الخروج بقواعد كلية universal نجدها في جميع اللغات البشرية . فعلى سبيل المثال يشـــتمل المستوى النحوي في كل لغة بشرية على فعل وفاعل . وتشتمل كل لغة على صوامت وصوائت.

والمستوى الذي يهمنا هنا هو المستوى الفونتيكـــي أو الأصواتـــي phonetical level الذي يشكل أدنى المستويات اللغوية فهو المستوى الذي تخرج منـــه الأصـــوات اللغوية في حالة النطق ويتم استقبال الأصوات فيه في حالة الإنصـــات ؛ ونظـــراً لأن المستوى الذي يليه مباشـــرة هـــو المســـتوى الفونولوجـــي phonological level فسأذكر نبذة مختصرة عنه . أما المستويات الأخرى مثل الصرف والنحـــو والدلالـــة والمعجم فلا يتسع المكان في بحث مثل هذا للحديث عنها بالتفصيل .

٢. ١. ١. ١. المستوى الفونولوجي

الفونولوجيا علم يبحث في النظم والأنماط الصوتية . بمعنى أنه في حالة دراســـة لغة ما فونولوجياً فإنه يتعين في البداية معرفة النظام الصوتي في تلك اللغة . والنظـــام الصوتي هو جميع الأصوات اللغوية المتمايزة عن بعضها البعض فـــي لغـــة مـــا .

فالنظام الصوتي في اللغة العربية هو المبين في (الجدول ٠٣٠٤) وعند إبدال صوت مكان صوت آخر في كلمة ما فإن المعنى يتغير في تلك الكلمة . ويسمى كل صوت فونيماً phoneme . فكلمة "صاد" تختلف عن كلمة " ساد" في اللغة العربية نظراً لاختلاف الفونيم الأول في الكلمتين السابقتين . بينما نجد الناطق باللغة الإنجليزية لا يفرق بين الصوتين [س] و [ص][٢] لو أبدل أحدهما مكان الآخر في مفردة إنجليزية . وكذلك بالنسبة للصوتين [p] و [b] في اللغة العربية ، فلو أبدل أحدهما مكان الآخر لما أثر ذلك في المعنى بينما هما فونيمان مختلفان في اللغة الإنجليزية .

فالفونيوم وحدة مجردة تمثل أصغر جزء صوتي من الكلمة يمكن تمييزه عن غيره من الأجزاء داخل الكلمة . ويمكن أن يظهر في أشكال مختلفة حسب الأصوات التي تجاوره ، عندها يصبح الوفون allophone . فالفونيم /ك/ يخرج من آخر الحنك الصلب في كلمة " كرة " بينما يخرج من مقدمة الحنك الصلب في " كِلاب" فيمكن القول بأن /ك/ في الكلمة الأولى والثانية الوفونين لفونيم واحد .

ولكل لغة أنماطها الصوتية الخاصة بها إضافة لاشتراكها مع لغات أخرى في أنماط موحدة . فالكلمة في اللغة العربية ، على سبيل المثال لا تبدأ بساكن ، أي لا تبدأ بصامتين . بينما نجد في اللغة الإنجليزية كلمات تبدأ بصامتين بل وثلاثة صوامت

---

[٢] في حالة كتابة الرموز الصوتية فإنها توضع بين خطين مائلين للدلالة على أنها فونيم /ب/ . وعند دراسة صوت ما من الناحية الفونتيكية فإنه يوضع بين قوسين [ب] .

مثل " يطير " "fly " و " شارع " street . فالمقطع في اللغة العربية لا بد أن يبدأ دائماً بصامت واحد يليه صائت ، والكلمة تبدأ بمقطع . أما في الإنجليزية فإن المقطع يمكن أن يبدأ بثلاثة صوامت ، أو صامتين ، أو صامت واحد ، أو بلا صامت .

وتعد القوانين التي تحدد تأثير الأصوات على بعضها البعض من الأنماط الصوتية . فنجد أن / ل/ في أداة التعريف "ال" لا تنطق عندما يكون الصوت الذي يليها بين أُسناني ، أو أسناني لثوي ، أو غاري[٢] (اللام الشمسية) . وتنطق فيما دون ذلك . ومن القوانين الأخرى ما ورد في كتب التجويد من إدغام وإقلاب وإظهار وغيره .

ولأن هذا الكتاب يركز على الصوتيات ، فالذي نود أن نؤكد عليه في مجال الفونولوجيا هو أن المستوى الفونولوجي يعلو المستوى الأصواتي . وأنه يحوي فونيمات اللغة وأنماطها .

٢ . ١ . ١ . ٢ . المستوى الأصواتي

وهو المستوى الذي دون المستوى الفونولوجي . فهو يتلقى الأوامر العامة من المستوى الفونولوجي ليقوم بترجمتها إلى نبضات كهربائية ترسل عبر الأعصاب إلى

---

[٢] فيما عدا /ج/ والذي يبدو أن مخرجه كان في عصر التدوين بين مخرج /ش/ و /ك/ . ثم تغير مخرجه في اللهجات المعاصرة إلا أن القانون الفونولوجي الخاص بأل التعريف لا يزال شاملاً له .

الجهاز الصوتي . أو العكس في حالة سماع الأصوات اللغوية . وبهذا يكون من السهل إخضاع المستوى الفونتيكي للتجارب المعملية بعكس المستويات اللغوية الأخرى التي تكون مجردة في مجملها ولذا من الصعب الكشف عن أسرارها إلا بالقياس والتنظير .

٢ . ٢. الصوتيات Phonetics

يمر الكلام بعدة مراحل قبل أن ندركه . ففي المرحلة الأولى تتكون الفكرة لدى المتحدث . وعندها يقوم الدماغ بجمع المفردات ذات العلاقة بتلك الفكرة ثم يطبق قواعد النحو والصرف على المفردات ، بعد ذلك تأتي المرحلة الفونولوجية phonological level والتي يتم فيها تحديد الأصوات ذات العلاقة ، وأخيراً تأتي المرحلة الفونتيكية phonetic level فتصدر الأوامر من الدماغ إلى عضلات الجهاز الصوتي عبر الأعصاب فيقوم الجهاز الصوتي بإخراج الأصوات اللغوية التي نسمعها أثناء التحدث مع الآخرين .

ولقد ظهرت أول دراسة أصواتية كما سبق أن ذكرنا قبل أكثر من ألفين وخمسمائة سنة عندما قام بانيني بوضع قوانين تفصيلية لأصوات اللغة السنسكريتية Sanskrit . وبذلك تكون هذه الدراسة أقدم دراسة أصواتية معروفة .

ولم يتجاهل اللغويون العرب القدامى الصوتيات فسجل سيبويه في كتابه *الكتاب* وصفاً لأصوات اللغة العربية ظلّ مرجعاً إلى يومنا هذا لكل من اللغويين وعلماء التجويد على حد سواء .

إلا أن جميع الدراسات القديمة للأصوات اللغوية التي أتت بعد سيبويه لم تتجاوز وصف مخارج الأصوات اللغوية وكيفية إخراجها التي وردت في الكتاب ، مع بعض الإضافات المتواضعة[4] . ونظراً لتأخر علمي التشريح ووظائف الأعضاء في تلك الفترة فقد افتقرت الدراسات القديمة للدقة العلمية المعروفة في الصوتيات المعاصرة . وهذا لا يعني التقليل من إنجازات الرواد في هذا المجال إلا أنه من المهم التأكيد على أن معظم ما كُتب بعد سيبويه يصب في علم الفونولوجيا أكثر منه في علم الصوتيات .

ومع ظهور عديد من الأجهزة والآلات التي خدمت الصوتيات والتطور النظري الذي رافق اللسانيات في القرن العشرين ، فقد تحددت معالم الصوتيات وفروعها المختلفة . فأصبح علم يختص بالأصوات اللغوية ، إذ يتابعها منذ صدور الإشارات العصبية من الدماغ إلى عضلات الجهاز الصوتي مسجلا طبيعة موجات الأصوات اللغوية ثم استقبال الأذن لهذه الأصوات وانتقالها من الأذن إلى الدماغ .

---

[4] هذا من الناحية الأصواتية وليس من الناحية الفونولوجية .

وبهذا تكون الفروع الأساسية للصوتيات ثلاثة : الصوتيات النطقية articulatory phonetics والصوتيات الأكوستية acoustic phonetics والصوتيات السمعية auditory phonetics .

٢. ٢. ١. الصوتيات النطقية

هو أقدم فروع الصوتيات الثلاثة . ويقوم بتحديد مخارج الأصوات اللغوية وطرق إخراجها ودراسة الجهاز الصوتي عند الإنسان والعضلات التي تتحكم في أعضاء النطق التي تقوم بإخراج الأصوات اللغوية . وبهذا فإن هذا الفرع ذو علاقة بعلم وظائف الأعضاء physiology وعلم التشريح anatomy . ولقد استفاد الأصواتيون من الإنجازات التي تمت في هذين العلمين وخصوصا فيما يتعلق بالجهاز الصوتي والجهاز التنفسي .

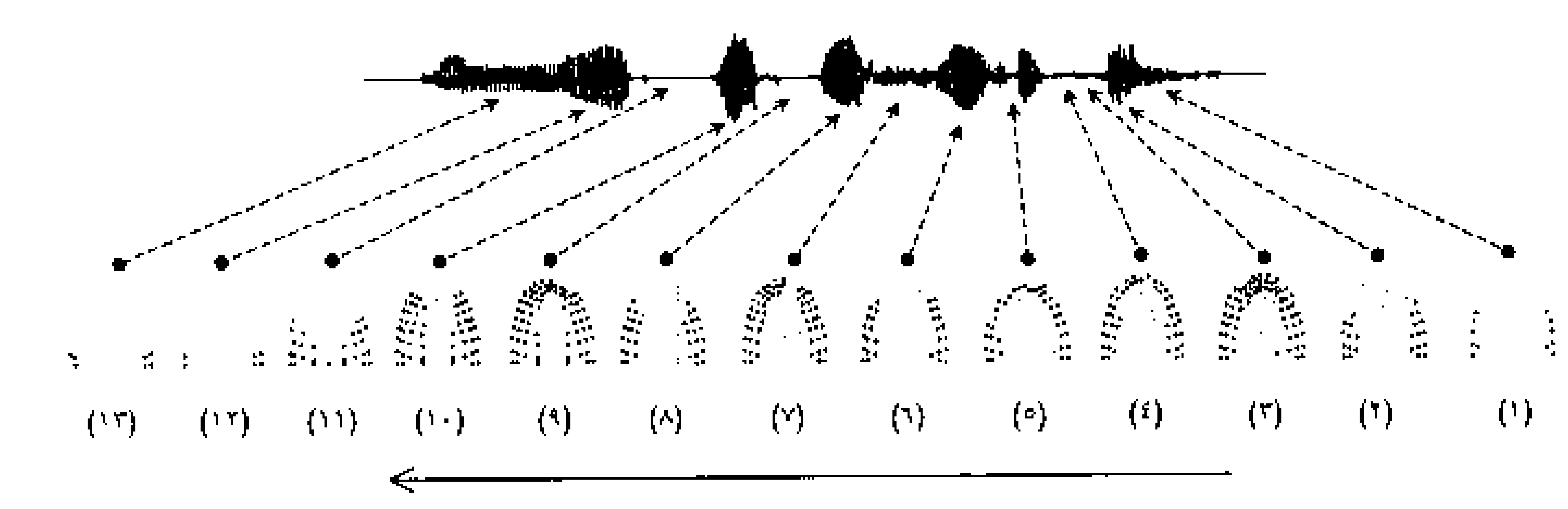
ويعتمد هذا الفرع على أجهزة عديدة[٥] تم تطويرها إما لخدمة الصوتيات النطقية أو لخدمة مجالات أخرى كالطب مثلا ؛ وقام علماء الصوتيات النطقية بتوظيفها في دراساتهم (الشكل ٢. ١.) .

---

[٥] انظر الفصل التاسع للتعرف عليها بشيء من التفصيل .

٢. ٢. ٢. الصوتيات الأكوستية

عند خروج الأصوات اللغوية من الجهاز الصوتي فإنه تتكون ذبذبات صوتية تنتشر في الهواء لتصل إلى أذن السامع . فالصوتيات الاكوستية هي دراسة هذه الذبذبات . ولأن هذه الموجات لا ترى بالعين المجردة ، فقد اعتمد المتخصصون في هذا المضمار على أجهزة مختلفة تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى ترددات كهربائية يتم عرضها على شاشات الحاسوب أو طباعتها على الورق ، ومن ثم تحليلها ودراستها دراسة دقيقة بمساعدة الحاسوب أو باستخدام أدوات متواضعة كالمسطرة .



الشكل ٢ . ١ .

هذا الشكل يبين العلاقة بين الموجة الصوتية ووضع اللسان داخل الفم . فالإشارة الصوتية التي أعلى الشكل تمثل الكلمة "مَدْرَسَتِكُم" . والأشكال الثلاثة عشر تمثل نقاط التقاء اللسان بسقف الفم . فالنقاط الكبيرة (الأشد سواداً) تدل على أماكن التقاء اللسان بالحنك ، والنقاط الصغيرة تدل على أن هذه الأماكن لم يتم فيها الالتقاء ، وهي كما يلي : (١) الصوت /م/ ، (٢) الصوت /ــَـ/ ، (٣) وسط الصوت /د/ ، (٤) مع نهاية الصوت /د/ ، (٥) الصوت /ر/ ، (٦) الصوت /ــَـ/ ، (٧) الصوت /س/ ، (٨) الصوت /ــَـ/ ، (٩) الصوت /ت/ ، (١٠) الصوت /ــِـ/ ، (١١) الصوت /ك/ ، (١٢) الصوت /ــُـ/ ، (١٣) الصوت /م/ . لاحظ حالات القفل في اللثة للصوت /د/ (٣) والصوت /ت/ (٩) ، والقفل في الحنك للصوت /ك/ (١١) .

٢٠٢٠٣٠ الصوتيات السمعية

يهتم هذا الفرع بالفترة التي تقع منذ وصول الموجات الصوتية إلى الأذن حتى إدراكها في الدماغ . وهي ذات ثلاث مراحل :

١. تحويل الأذن للموجات الصوتية من طاقة فيزيائية إلى طاقة حركية .
٢. تحويل الطاقة الحركية إلى نبضات كهربائية تنتقل عبر العصب السمعي إلى الدماغ .
٣. ما يعرف بالمستوى الأكوستي acoustic level . وهو المستوى الذي تشاركنا فيه بقية الكائنات الحية التي لها جهاز سمعي مشابه لجهازنا ، حيث تدرك الأصوات غير اللغوية كأصوات السيارات والمكيفات والعصافير .
٤. المستوى الفونتيكي phonetic level وفي هذا المستوى يقوم الدماغ بالتعرف على الأصوات اللغوية وتحديدها ، لتنقل إلى مستويات لغوية عليا تنتهي بوضع تصور للعبارة المسموعة .

ويقوم المتخصصون في هذا المجال بتوليد أصوات عن طريق مولد أصواتي speech synthesizer . وبه يتحكمون في زمن وذبذبات الأصوات المولدة ، ليقوموا بتوليد أصوات اختبار يجربونها على عدد من السامعين الذين يقومون بالتعرف على الأصوات التي استمعوا لها . وهذا يفيد في معرفة مدى أهمية خصائص أكوستية معينة في موجات الأصوات اللغوية لدى السامع عندما يقوم بالتعرف على الكلام .

٢ . ٣. الخلاصة

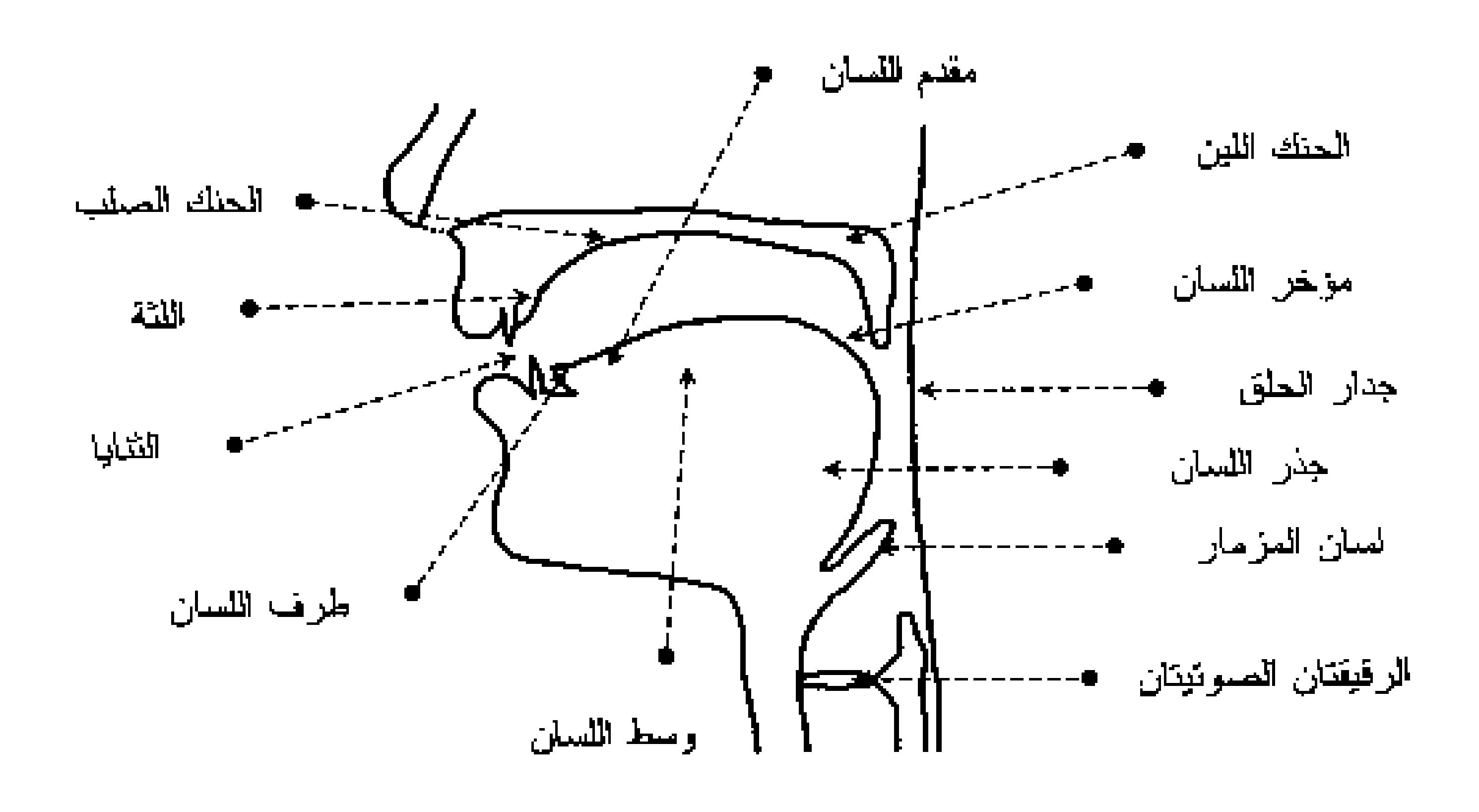
الصوتيات علم يبحث في مجال الأصوات اللغوية من حيث مخارجها وكيفية إخراجها وخواصها الأكوستية كموجات صوتية وكيف يتم سماعها وإدراكها . وهو علم تجريبي في معظم فروعه . حيث يعتمد الباحثون في مجال الصوتيات على أجهزة متطورة ومعقدة لدراسة الأصوات اللغوية . وهو علم ظهر منذ آلاف السنين ولا يزال محط اهتمام كثير من الباحثين في مختبرات عدة منتشرة في أرجاء المعمورة .

ويحتاج الدارس في مجال الصوتيات إلى إلمام كاف بفروع المعرفة الأخرى كفيزيائية الموجات الصوتية والتشريح ووظائف الأعضاء وعلم النفس للدخول إلى عالم الصوتيات .

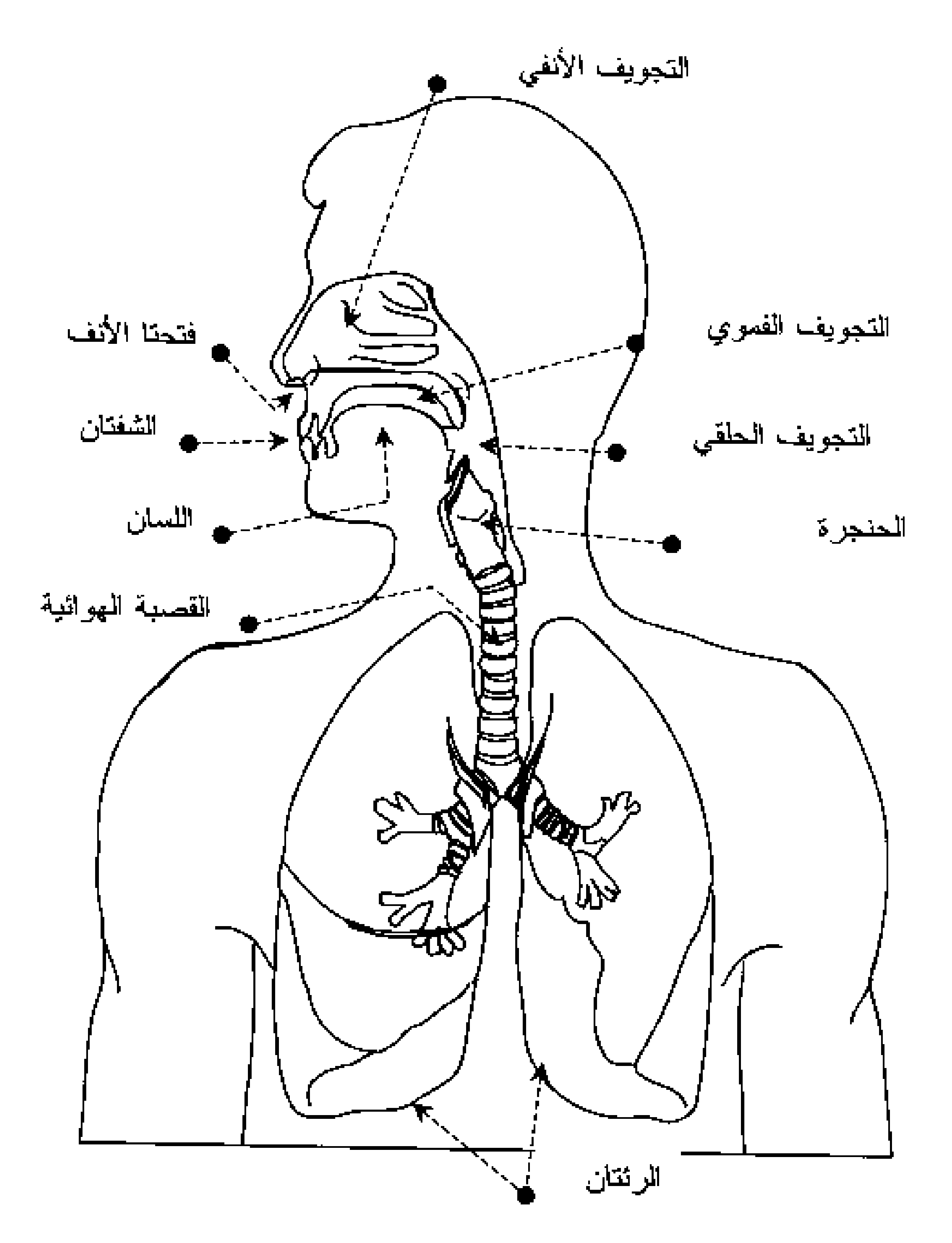
٣. الصوتيات النطقية

يتولى توليد الأصوات اللغوية جهاز في الإنسان يدعى الجهاز الصوتي vocal tract . ويتكون كما في الشكل ٣. ١. من الأعضاء الواقعة بين الرقيقتين الصوتيتين من جهة وبين فتحتي الأنف والشفتين من الجهة الأخرى ، بما في ذلك الرقيقتين الصوتيتين والشفتين . ومن الجهاز الصوتي تخرج جميع الأصوات اللغوية . ولكي تخرج الأصوات من الجهاز الصوتي فإنه يحتاج إلى مصدر للطاقة وبدونه لا يمكن أن يُصدر أصواتاً . فهو يشبه المذياع دون طاقة كهربائية . إذ إنه مجرد محول للطاقة من نوع إلى آخر. بمعنى أنه يحول الطاقة الهوائية إلى طاقة فيزيائية مصدراً أصواتاً متباينة الخصائص من حيث التردد والشدة .

والمصدر الذي يزود الجهاز الصوتي بالطاقة هو الجهاز التنفسي الذي يتكون من القفص الصدري بما فيه من رئتين وقصبة هوائية . والجهاز التنفسي هنا يمتد من الرقيقتين الصوتيتين إلى الحويصلات الهوائية داخل الرئتين . فالهواء داخل الجهاز التنفسي هو مخزون الطاقة للجهاز الصوتي.



الشكل ٣. ١. أعضاء النطق في الجهاز الصوتي .



الشكل ٣. ٢. الجهاز الصوتي والجهاز التنفسي

فعند انتفاخ الرئتين أثناء الشهيق دخول الهواء إلى الرئتين يزيد حجم الهواء داخلهما فيستخدمه الجهاز الصوتي أثناء الزفير خروج الهواء من الرئتين في إصدار الأصوات اللغوية . ورغم أن الجهاز الصوتي يمكن أن يصدر أصواتاً أثناء الشهيق إلا أنه لا تُعرف لغة بشرية تستخدم هذه الطريقة في إخراج أُصواتها .

الجهاز التنفسي هو المصدر الأساس لمعظم الأصوات اللغوية لجميع اللغات البشرية . كما أنه المصدر الوحيد لجميع أصوات اللغة العربية . وتسمى الأصوات التي تعتمد على الجهاز التنفسي بالأصوات الرئوية pulmonic وهناك لغات تستخدم مصادر أخرى للطاقة غير الرئتين في إخراج بعض أصواتها .

فلغة الهوسة ، على سبيل المثال ، وهي اللغة الرئيسة في شمال نيجيريا ، ولغات أفريقية وهندية أمريكية أخرى تستخدم الحنجرة بمعزل عن الرئتين في التحكم في الهواء الداخل والخارج عبر الجهاز الصوتي . وذلك بغلق الرقيقتين الصوتيتين ، ومن ثم عزل الهواء داخل الرئتين عن الهواء فوق الرقيقتين الصوتيتين ، ثم رفع أو خفض الحنجرة الحاوية على الرقيقتين الصوتيتين . فتعمل الحنجرة عمل المكبس . وتسمى هذه الوسيلة بالحنجرية glottalic . فعند رفع الحنجرة يندفع الهواء إلى خارج الجهاز الصوتي ، فيمكن التحكم فيه لإصدار أصوات قذفية ejectives . وعند خفض الحنجرة يمكن إصدار أصوات تسمى أصوات انفجارية داخلية implosives .

وتستخدم لغات أخرى مثل لغة الزولو في أفريقيا مصدراً آخر للطاقة يسمى طبقي velaric نسبة إلى انطباق مؤخر اللسان على الحنك اللين . إذ يُدفع اللسان بأكمله إلى أعلى لينطبق على الحنك ثم يُخفض وسط اللسان أو مقدمه أو هما معاً ، ويُبقى على مؤخرة اللسان ملامسة الحنك اللين مما يؤدي إلى خفض ضغط الهواء داخل الفم فيصدر عن ذلك أصوات تسمى طقطقة clicks . هذه الأُصوات مثل صوت القُبلة والأصوات التي تصدرها أحياناً لنداء بعض الحيوانات الأليفة .

إذن يستخدم الجهاز الصوتي الآلية الهوائية air-stream mechanism مصدراً للطاقة . وهذه الآلية ذات أشكال ثلاثة : رئوي ، وحنجري ، وطبقي. والذي يهمنا هنا هو الرئوي الذي ينتج عن الرئتين . إذ تعتمد جميع أصوات اللغة العربية على الجهاز التنفسي فيما عدا بعض حالات العيوب الخلقية للجهاز الصوتي وعندها قد يعتمد المصابون على مصادر أخرى للطاقة غير المصدر الرئوي . ولأهمية الجهاز التنفسي بالنسبة لأصوات العربية فإننا سنعرض له بتفصيل أكثر .

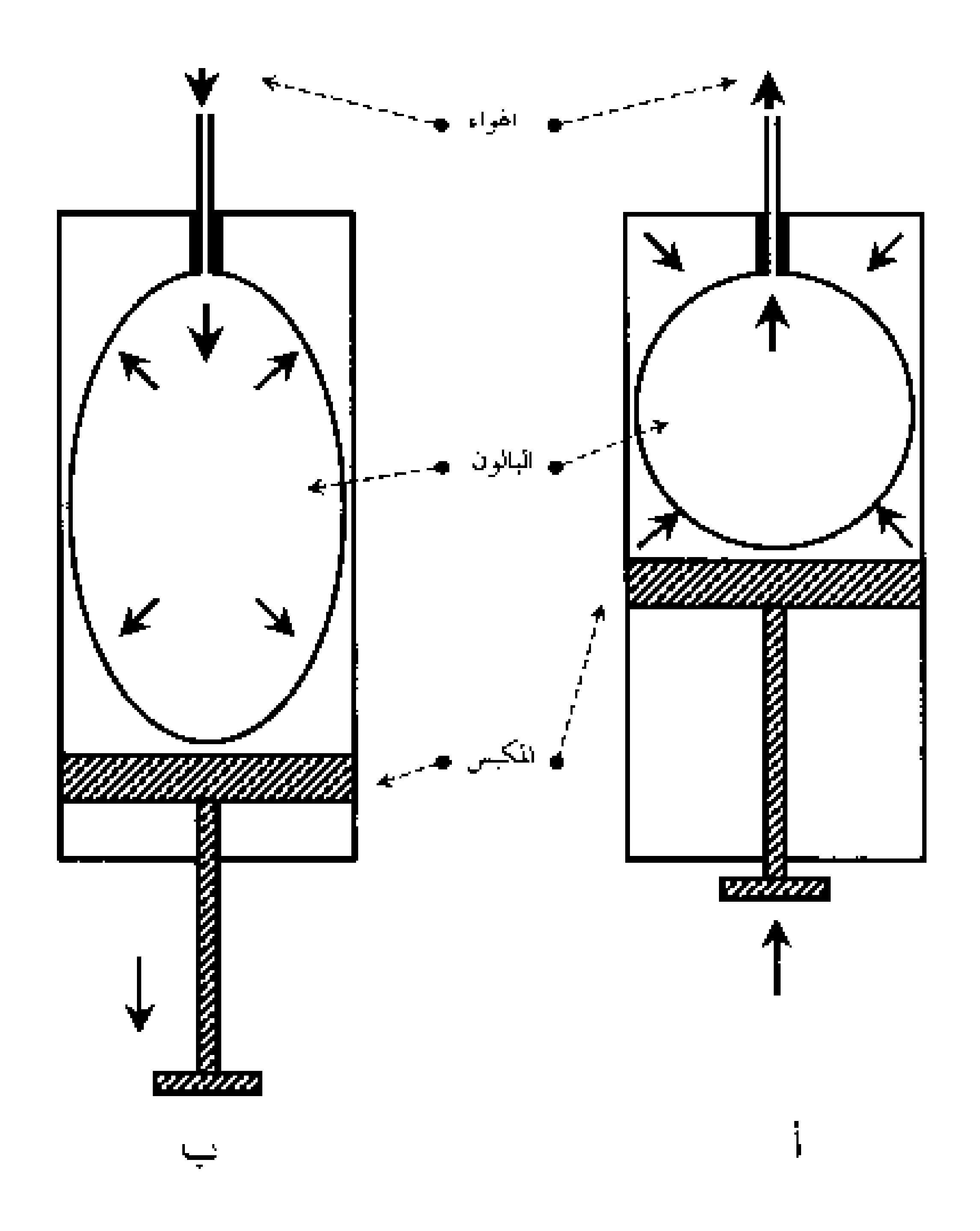
٣. ١. الجهاز التنفسي Respiratory System .

يتكون الجهاز التنفسي من القصبة الهوائية ، والشعبتين الهوائيتين ، والرئتين بما تحويه من شعب وحويصلات هوائية ، والقفص الصدري وما يحويه من أضلع وعضلات متعددة (الشكل ٣. ٢.) .

كما هو معلوم فإن الوظيفة الأساسية للجهاز التنفسي هي وظيفة إحيائيـــة . أي أن مهمة الجهاز التنفسي الأولى هي إيصال الهواء إلى كريات الدم الحمراء ، حيث تتــــم عملية تبادل الغازات ، فيحل غاز الأكسجين محل غاز ثاني أكسيد الكربون في كريات الدم الحمراء . إلا أن الجهاز الصوتي يوظف الهواء الخارج من القصبة الهوائية لتوليد موجات صوتية ، مثلما يستفيد الإنسان من مصبات مياه الأنهار فـــي توليـد الطاقــة الكهربائية .

فتمر كرات الدم الحمراء في الحويصلات الهوائية لتفريغ حمولتها من ثاني أكســيد الكربون والتزود بالأكسجين وبذلك تكون وظيفة الرئتين والقصبات الهوائيــة إيصــال الهواء إلى كرات الدم الحمراء . إلا أن الرئتين لا تقومان بعملية الزفــير والشــهيق . فهذه العملية يقوم بها القفص الصدري بما يحويه من ضلوع وعضلات ، والشــكل ٣. ٣. يبين الشبه الكبير بين المكبس الذي يمثل القفص الصدري ، والبالون الذي يمثــل الرئتين.

فعند اتساع القفص الصدري يزيد حجم الرئتين ويقل ضغط الهواء داخلهما ممـــا يدفع بالهواء الخارجي للدخول إلى الرئتين . وعند تقلص القفص الصدري يقل حجـــم الرئتين ويؤدي ذلك إلى زيادة ضغط الهواء داخلهما فيندفع الهواء من داخل الرئتيــــن إلى الخارج .



الشكل ٣ . ٣. يبين تأثير المكبس (الشبيه بالقفص الصدري) على البالون (الشبيه بالرئة) . فعندما يضغط المكبس على البالون فإن ضغط الهواء داخل البالون يرتفع فيندفع الهواء إلى الخارج (أ) . وعلى العكس من ذلك عندما يُسْحب المكبس إلى الخارج فإن ضغط الهواء داخل البالون ينخفض فيندفع الهواء من الخارج إلى داخل البالون (ب).

يتكون القفص الصدري من ١٢ زوجاً من الضلوع تتصل في المؤخرة بـالعمود الفقري ، وتتصل العشرة أزواج العليا منها بالقص في المقدمة . أما الزوجان السفليان فمنفصلان في المقدمة .

وفي حالة الشهيق تقوم عدة عضلات تقع بين الضلوع برفع الضلوع العشرين العليا إلى أعلى بينما يقوم الحجاب الحاجز – وهو المحدب تجاه الرئتين في وضعه الطبيعي – بدفع الأربعة ضلوع السفلى إلى الخارج . كما يقوم الحجاب الحاجز في الوقت نفسه بالتسطح منهياً بذلك حالة التقوس إلى أعلى . هذه العملية تسبب اتساعاً في حجم القفص الصدري ، ويقابلها عملية معاكسة تُقلّص من حجم القفص الصدري أثناء الزفير . أي أن الضلوع العشرين تتجه إلى أسفل بينما تندفع الضلوع الأربعة إلى الداخل ، ويتحدب الحجاب الحاجز في اتجاه الرئتين . كل هذه العملية تقلل من حجم التجويف الصدري .

وتختلف سعة الجهاز التنفسي من شخص إلى آخر كما تختلف حسب السن والجنس . إذ تصل السعة عند الأطفال لتراً واحداً وتتزايد مع تقدم السن إلى أن تصل إلى ما يقرب من خمسة لترات عند البلوغ . كما أن سعة الجهاز التنفسي عادة تكون أكبر عند الذكور منها عند الإناث .

وتختلف سرعة التنفس حسب وضع الإنسان وسنّه . فكلما كبر الجهد الذي يبذله الإنسان زاد عدد مرات تنفسه ، وتكون عملية التنفس أقل سرعة في حالة النوم . أما

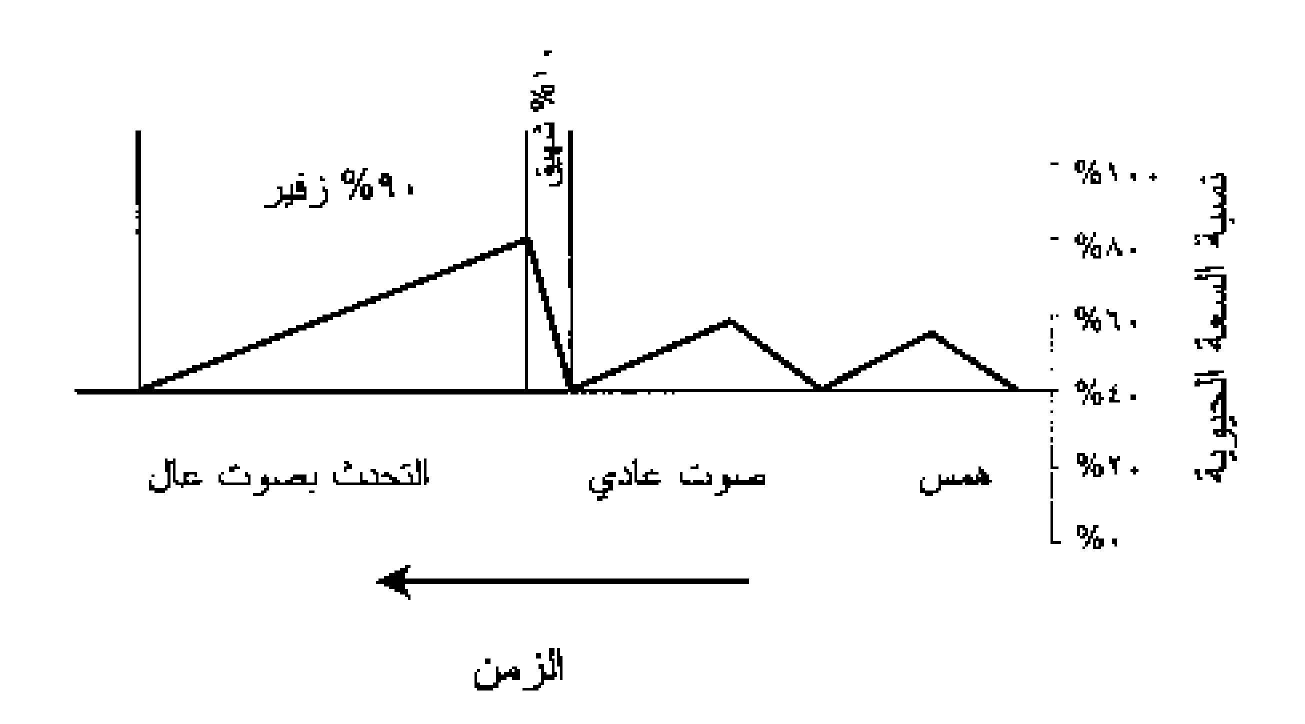
الأطفال حديثو الولادة فيتراوح عدد مرات تنفسهم من ٣٠ إلى ٩٠ مرة في الدقيقة ، وتتقلص تدريجيا بتقدم السن . فتتراوح بين ١٠ و ٢٢ مرة في الدقيقة .

ولا يتم ملء كل التجويف الصدري أثناء التنفس ، كما لا يتم تفريغه تماماً من الهواء . إذ تتراوح نسبة ملء التجويف الصدري بالهواء بين ٨٠% في حالة الشهيق و٣٥% في حالة الزفير . ولو فُرّغت الرئتان من الهواء تماماً لتهشّم القفص الصدري .

وتتباين فترات الزفير والشهيق حسب حالة الإنسان . ففي حالة الاسترخاء تستغرق عملية الشهيق ٤٠% وتستغرق عماية الزفير ٦٠% من زمن الدورة الكاملة للتنفس . بينما تكون نسبة الشهيق في حالة التحدث بصوت عال ١٠% والزفير ٩٠% وهذا يعطي زمناً أطول لعملية التحدث التي تتم أثناء الزفير ، بينما لا تستغرق عملية الشهيق سوى وقتاً ضئيلاً ، مما يتيح للمتحدث أطول زمن ممكن للحديث دون الانقطاع للتزود بالهواء إلا لوقت قصير (الشكل ٣. ٤.) .

ولكي تتم الاستفادة من الهواء داخل الجهاز التنفسي في النطق فإن الجهاز الصوتي يحتاج إلى هواء ذي ضغط مرتفع نسبياً . أي أنّ الفرق بين ضغط الهواء داخل الجهاز التنفسي وخارجه يجب أن يكون كافياً لإصدار الصوت . وعادة ما يكون ضغط الهواء داخل الرئتين ٧ – ٣٠سم/الماء أثناء الكلام ، ولا يكون هناك تذبذب يذكر في

درجة ضغط الهواء داخل الرئتين أثناء نطق الأصوات اللغوية . ولكنه يرتفع قليلا عند التأكيد على كلمة أو صوت أو عند التحدث بصوت عال .



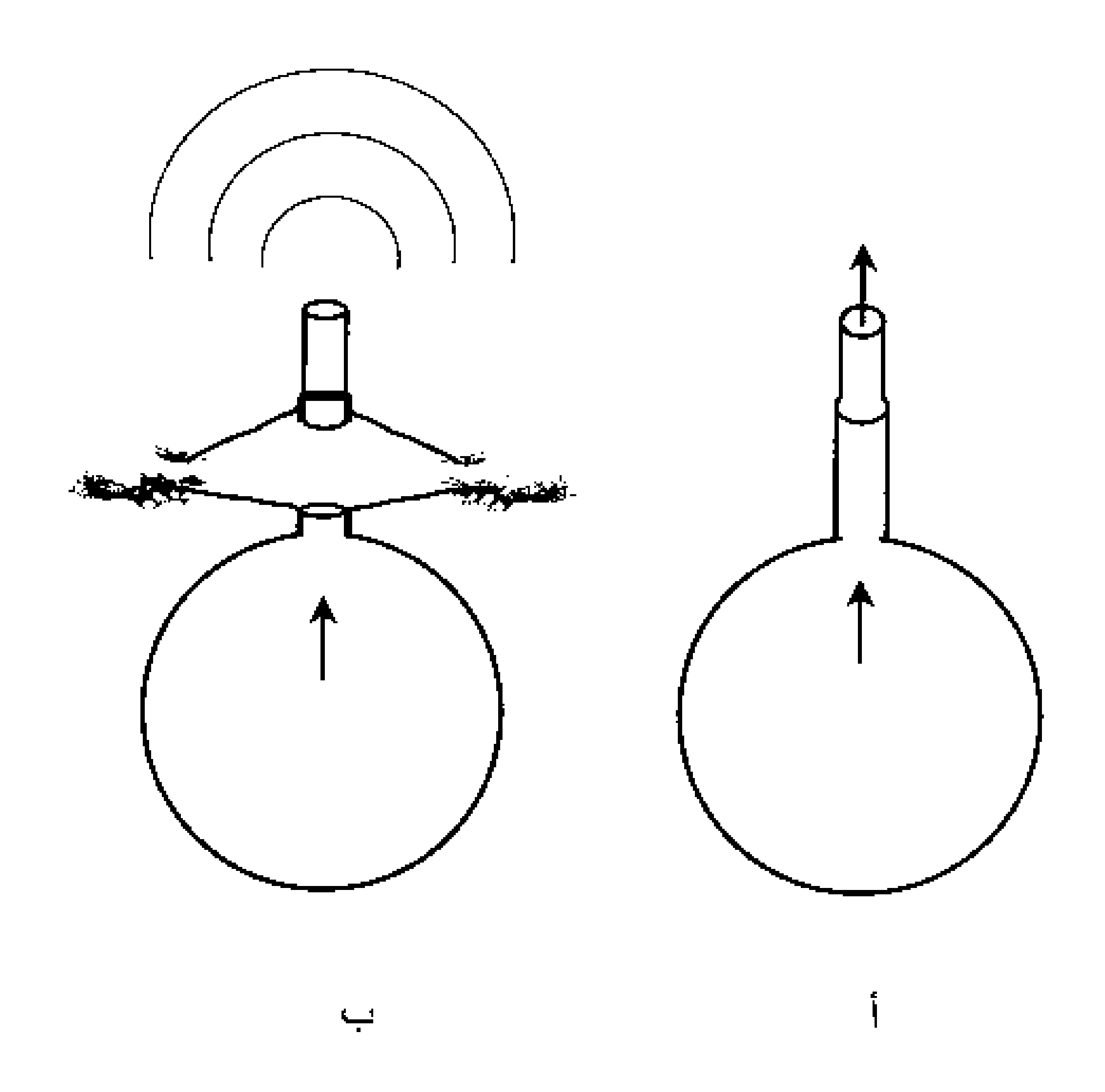
الشكل ٣. ٤.

الرسم البياني هنا يبين كمية الهواء داخل التجويف الصدري وزمن الزفير والشهيق في ثلاث حالات . الأولى (من اليمين إلى اليسار) أثناء الهمس ، حيث يكون الفرق بين الشهيق والزفير قليلا . الثانية أثناء التحدث بصوت عادي ونلاحظ كيف يزداد الفرق بين فترتي الزفير والشهيق . أما في الحالة الثالثة ، فإن الشهيق لا يشكل سوى ١٠% من دورة التنفس التي يستغرق الزفير ما نسبته ٩٠% منها .

٣. ٢. الجهاز الصوتي **Vocal Tract** .

نظرا لتركيبة الممرات الهوائية من أعلى القصبة الهوائية إلى الحويصلات الهوائية فإن مرور الهواء من وإلى الرئة داخل هذه الممرات لا يولد صوتا لغويا ؛ وذلك لأن هذه الممرات مكونة من غضاريف على شكل حلقات أو شبه حلقات مما يجعلها دائما مفتوحة فيمر الهواء عبرها بحرية تامة .

إلا أن الوضع يختلف في التجاويف التي تقع في الحنجرة وما فوقها . فهذه التجاويف يمكن التحكم فيها بالتحكم في مرور الهواء عبرها مما يولد أصواتا متعددة الخصائص . فالهواء الخارج من الرئتين يشبه الهواء الخارج من البالون في الشكل ٣. ٥. أ. ، حيث لا يحدث خروج الهواء بحرية صوتا . ولكن عند التضييق على الهواء الخارج من البالون فإنه يصدر صوتا (الشكل ٣. ٥. ب.) . والذي يحدث في الجهاز الصوتي أثناء الكلام هو عملية مشابهة لتلك الموضحة في الشكل ٣. ٥. ب. حيث يتم التضييق على الهواء الخارج بطرق مختلفة مما يتسبب في صدور أصوات مختلفة أيضا حسب طريقة التضييق ومكانه في الجهاز الصوتي .



الشكل ٣. ٥.

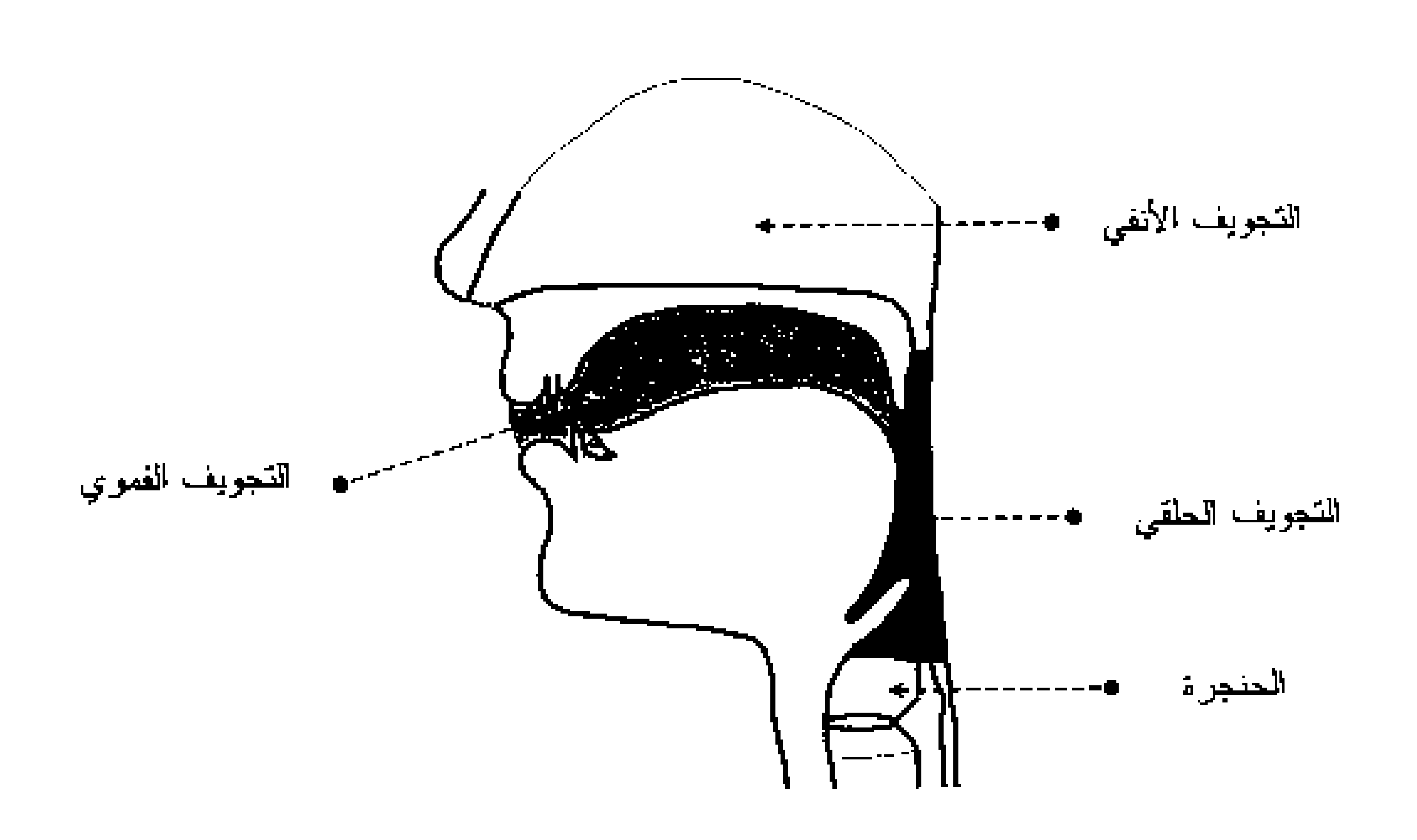
يبين هذا الشكل كيف يؤدي التضييق على مجرى الهواء إلى إصدار موجات صوتية . ففي الشكل الأول يخرج الهواء من البالون بحرية دون إصدار صوت وذلك نتيجة لوجود الأنبوب الصلب (أ) . أما في الشكل الثاني فإن التضييق الناتج عن سحب عنق البالون يؤدي إلى اضطراب في الهواء الخارج من البالون مصدرا بذلك موجات صوتية (ب) .

وإذا أردنا التعرف على الجهاز الصوتي من الناحية التشريحية فإننا نجده يتكـــون من أربعة تجاويف هي : الحنجـــرة ، والتجويـــف الحلقـــي ، والتجويـــف الفمـــوي ، والتجويف الأنفي (الشكل ٣. ٦.) . هذه التجاويف تحوي أعضاء لكل منـــها دور فـــي إخراج الأصوات اللغوية . وهذه الأعضاء تعمل بدقة وانسجام دقيقين فيما بينـــها . إذ يتحكم فيها ما يقرب من ١٠٠ عضلة مرتبطة بالدماغ . وتتلقى الأوامر من الدماغ عبر شبكة الأعصاب الموصلة بينهما . وفيما يلي وصف شامل لمكونات الجهاز الصوتي :

٣. ٢. ١. الحنجرة Larynx

الحنجرة عبارة عن صندوق غضروفي يقع على قمة القصبـــة الهوائيـــة وهـــي مفتوحة من الأعلى ومن الأسفل وهذا يسمح بمرور الهواء من القصبة الهوائيـــة إلـــى الحلق فالفم أو الأنف والعكس . كما أن غضروفها غير مكتمل من الخلف ، شأنه شـأن بقية حلقات القصبة الهوائية مما يسهل مرور الطعام في المريء الملاصـــق للقصبـــة الهوائية من الخلف . وتكون بارزة في مقدمة الرقبة عند غالبية الذكـــور . وذلـــك لأن زاوية مقدمتها عندهم ٩٠ درجة بينما هي عندهن ١٢٠ درجة . فالتحدب العالي عنـــد الذكور هو الذي يجعلها أكثر بروزا منها عند الإناث .

.



الشكل ٣ . ٦. تجاويف الجهاز الصوتي .

وتحتوي الحنجرة على الرقيقتين الصوتيتين[1] وهما متصلتان في المقدمة ومنفصلتان في المؤخرة مشكلتان الرقم ٧ (الشكل ٣. ٨) . ويتحكم فيهما غضروفا الأرتنويد arytenoid اللذان يقومان بشدهما أو إرخائهما أو السماح بتقابلهما أو تباعدهما . وكما هي الحال بالنسبة لسائر الأعضاء البشرية الأخرى ، فإن للرقيقتين الصوتيتين وظائف أحيائية . منها أنهما يعملان كصمام يمنع دخول السوائل والأكل إلى الرئتين . كما يقومان بمشاركة أعضاء أخرى في الحنجرة بحبس الهواء داخل الرئتين أثناء رفع الأجسام الثقيلة ، أو بذل جهد عال كعملية الوضع عند المرأة . كما يساعدان على عملية السعال بحبسهما الهواء ثم إطلاقهما إياه دفعة واحدة .

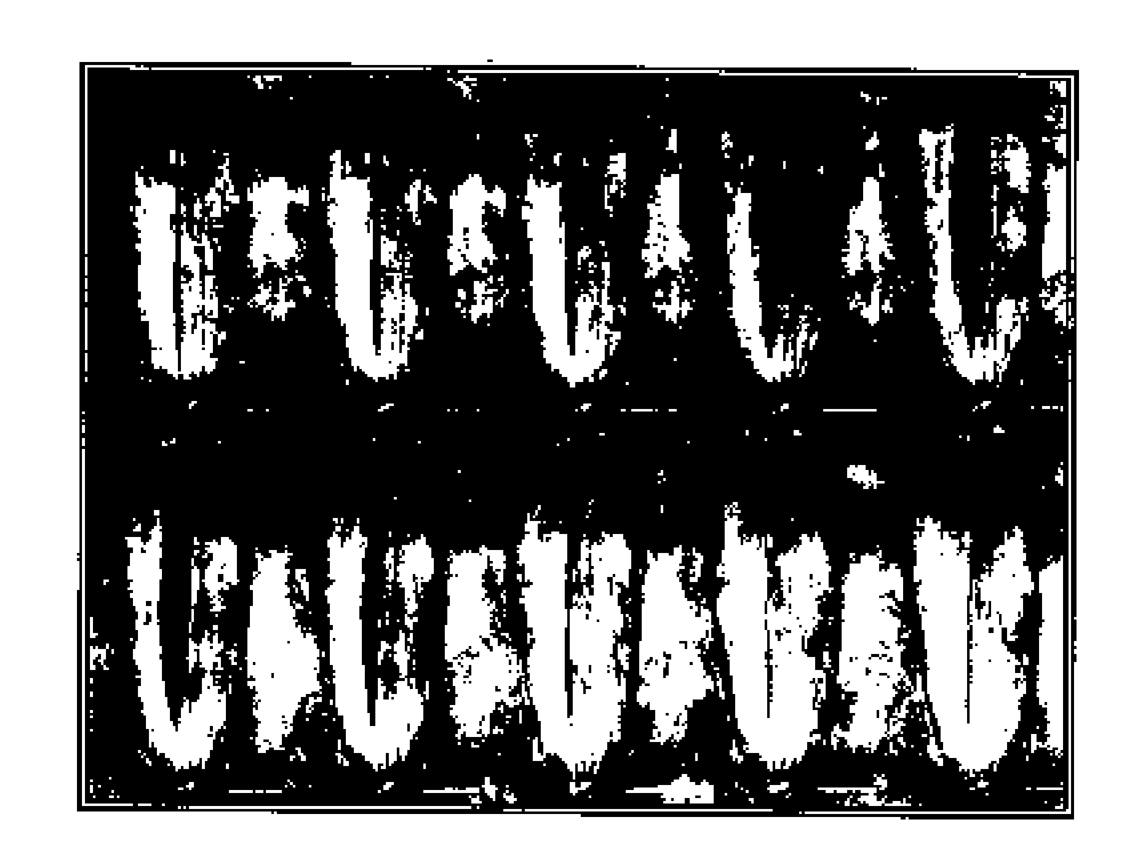
سبق وأن ذكرنا بأن غضروفي الأرتنويد يقومان بالتحكم في الرقيقتين الصوتيتين . ويتم ذلك بطريقتين : الطريقة الأولى شد الرقيقتين الصوتيتين ، والطريقة الأخرى تقريبهما من بعضهما البعض . فعند إبعادهما عن بعضهما يمر الهواء بينهما دون إحداث صوت . أما إذا تقاربتا من بعضهما بدرجة كافية أثناء الزفير فإنهما تتذبذبان مصدرتان بذلك صوتا . هذا التذبذب يمكن التحكم في شدته ودرجة تردده . فكلما زاد شدهما زادت درجة التردد والعكس بالعكس . وإذا ما التحمتا حجبتا الهواء تماما فلا تصدران صوتا . إلا أنه بعد انفصالهما يخرج صوت الهمزة . فالهمزة تنتج عن غلق

---

[1] وتعرفان بالحبلين الصوتيين ، ولكن نظرا لكونهما رقيقتين وليستا حبلين فإنني أرى بتسميتهما كذلك أي الرقيقتين الصوتيتين فهذا أدق في الوصف .

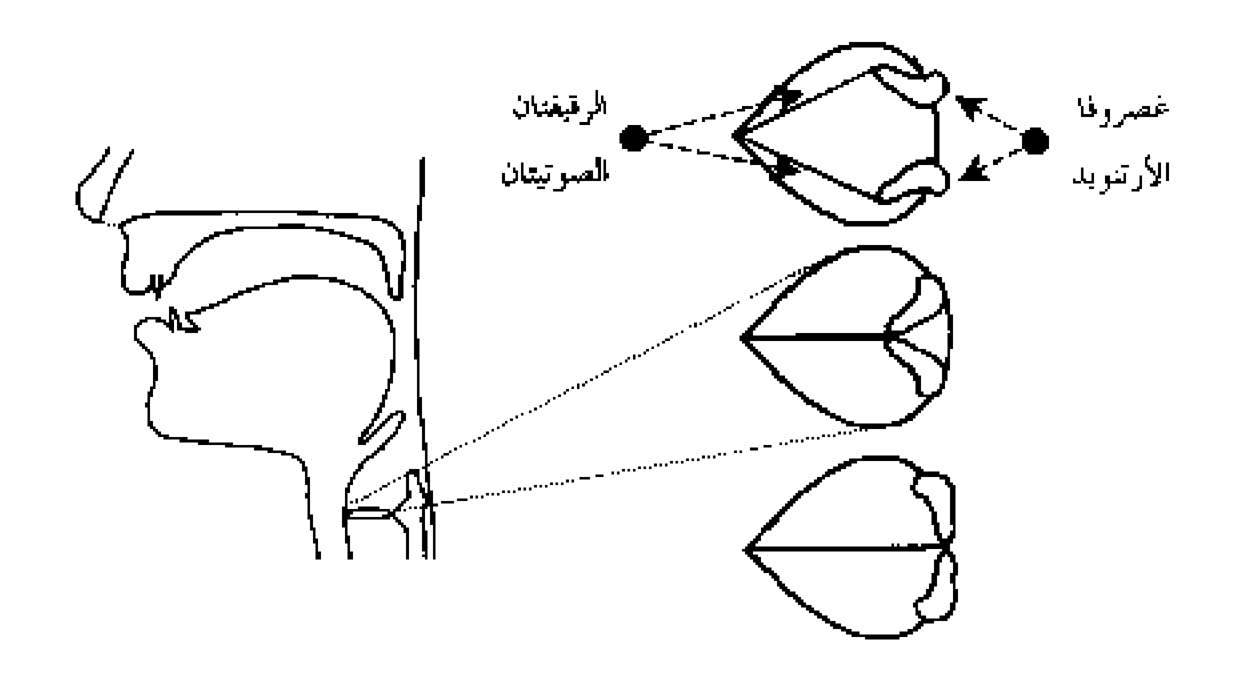
الرقيقتين الصوتيتين للفتحة التي بينهما ، والتي تسمى المزمار glottis ، ثم ابتعادهما عن بعضهما (الشكل ٣. ٨.) .

وتتم عملية تذبذب الرقيقتين الصوتيتين باقترابهما من بعضهما بدرجة تكفي لمنع الهواء من الخروج فيزيد ضغط الهواء أسفلهما مما يؤدي إلى إبعادهما عن بعضهما البعض فتخرج كمية من الهواء مسببة انخفاضا في ضغط الهواء مما يسمح بتلاقيهما مرة أخرى وحجز الهواء فيرتفع ضغطه من جديد مما يؤدي إلى إبعادهما ، وهكذا تتكرر الدائرة . وكل عملية غلق وفتح للمزمار تشكل ترددا واحدا أو دورة واحدة (الشكل ٣. ٧.) .



الشكل ٣ . ٧.

صور فوتوغرافية للرقيقتين الصوتيتين وهما تقومان بدورة كاملة لتردد واحد . ففي الصورة الأولى (الأعلى من اليمين) تظهر الرقيقتان متباعدتين نسبيا ثم تأخذان في الاقتراب حتى ينغلق المزمار (الممر بينهما) تماما كما في الصورة الأخيرة من الصف الأول . وفي الصف الثاني تبدأ عملية عكسية لحركتهما ، إذ يدفعهما ضغط الهواء إلى التباعد من جديد حتى تسمحان بمرور الهواء بينهما (الصور تبدأ من اليمين إلى اليسار) .



الشكل ٣. ٨.

الجهاز الصوتي وثلاث حالات لوضع الرقيقتين الصوتيتين . فعندما ننظر من أعلى إليهما فإننا سنشاهدهما كما في الأشكال الثلاثة التي إلى اليمين . فالشكل الأعلى يوضح وضعهما أثناء نطق الأصوات المهموسة . والشكل الثاني يبين وضعهما أثناء نطق الأصوات المجهورة . والشكل الأخير في حالة نطق الهمزة ، حيث ينغلقان تماما .

وتتفاوت درجة تردد الرقيقتين الصوتيتين بين الناس . فتصل درجة الـــتردد عنـــد الأطفال فوق ٣٠٠ ذبذبة في الثانية ، والنساء فوق ٢٠٠ ذبذبة ، والرجال ما يقرب من ١٢٠ ذبذبة . والسبب في ذلك يعود إلى مساحة وطول الرقيقتين الصوتيتيـــن ، فكلمـــا قصرتا وصغرت مساحتهما زادت درجة ترددهما . فهما عند الأطفال أقصـــــر وأقـــل مساحة منهما عند البالغين . ويسمى تردد الرقيقتيـــن الصوتيتيـــن بـــالتردد الأســـاس fundamental frequency ، أو النطاق الرنيني صفر F_0 . ونعتمد إلى حد كبير في تمييز جنس المتحدث أو سنه على التردد الأساس للصوت الذي نسمعه .

والرقيقتان الصوتيتان من أهم أعضاء الجهاز الصوتي ، حيث لهما دور كبير فـــي إخراج معظم الأصوات اللغوية . كما أنهما أول ما يستخدمه الإنسان مـــن الأعضـــاء الصوتية . فصراخ الطفل بعد الولادة ناتج عن تذبذب الرقيقتين الصوتيتين .

ويمكن إدراك الفرق بين تذبذب الرقيقتين الصوتيتين من عدمه ، بوضـــع رؤوس أصابع اليد على الحنجرة ونفخ الهواء باستخدام الفم عندها لا تحس بتذبذبهما كما أنـــك لن تسمع لهما صوتا . وأنت في الوضـــع نفســه حـــاول أن تنطــق واوا طويلـــة ووووووو – عندها سوف تحس بتذبذبهما في أصابعك كما أنك ستسمع الصوت الصـــادر عنهما .

حاول نطق الصائتين العربيين الآخرين وهما الألف والياء ااااااا ، ي ي ي ي – فستسمع التذبذب نفسه ، إلا أن نوعية الصـــوت تغـيرت ، فتذبـــذب الرقيقتيـــن

الصوتيتين عند نطق الألف أو الياء أو الواو واحد تقريبا . والفرق الحقيقي بيـــن هـــذه الصوائت هو شكل وسعة التجويف الفموي اللذين يغيرهما وضـــــع اللســـان والفـــك السفلي .

تصاحب ذبذبة الرقيقتين الصوتيتين كثير من الأصوات اللغوية . فعندمـــا ننطـــق صوتاً ويكون هذا الصوت مصحوباً بتذبذب الرقيقتين الصوتيتين نطلق عليه مجـــهوراً voiced ، وإذا كان الصوت يخرج دون مصاحبة تردد الرقيقتين الصوتيتيـــن فإننـــا نسميه صوتاً مهموساً voiceless . لاحظ الفرق بين الصوت /س/ والصـــوت /ز/ . فهما يخرجان من مخرج واحد وتستطيع نطق أحدهما ثم نطق الآخر دون تغيير فـــي وضع اللسان أو الأعضاء الصوتية داخل الفم . والفرق البارز بينـــهما هـــو أن الأول مهموساً والآخر مجهوراً .

ومن الأصوات التي تخرج من الحنجرة الهاء . فعند تقارب الرقيقتين الصوتيتيـــن بدرجة لا تسمح بتذبذبهما وإنما تسمح بصدور صوت نتيجة لاحتكـــاك الـــهواء بـــهما يخرج الصوت /هـ/ .

ويوجد فوق الرقيقتين الصوتيتين ما يسمى بالرقيقتين الصوتيتين الكـــاذبتين false vocal folds وهاتان رغم أنهما قد تضيقان مجرى الهواء مما يمكن أن يصدر عنـهما صوتاً إلا أنه لم يعرف لهما دور في إخراج الأصـــوات اللغويـــة . ويطلـــق علـــى الرقيقتين الصوتيتين : الرقيقتان الصوتيتان الحقيقيتان true vocal folds وذلـك

للتفريق بينهما وبين الرقيقتين الصوتيتين الكاذبتين . وفي الغالب يكتفى بذكر الرقيقتين الصوتيتين للدلالة على الرقيقتين الصوتيتين الحقيقيتين .

٣. ٢. ٢. التجويف الحلقي Pharyngeal Cavity

يمتد التجويف الحلقي من الحنجرة إلى بداية التجويف الفموي والتجويف الأنفي . فهو عبارة عن أنبوب يصل بين الحنجرة من جهة وأنبوبي التجويف الأنفي والتجويف الفموي من جهة أخرى .

وهذا التجويف ليس به أعضاء ذات أهمية تذكر في نطق أصوات كثير من اللغات البشرية ، عدا الرنين الذي يحدث داخله نتيجة لتذبذب الرقيقتين الصوتيتين والذي يعد ذا أهمية في نوعية الصوائت المنطوقة . ويمكن تصغير هذا التجويف أو تكبيره وذلك برفع الحنجرة أو خفضها ، أو بتضييقها بواسطة جذر اللسان . وفي كلتا الحالتين تختلف نوعية الرنين الناتج عن الصوت الصادر عن الرقيقتين الصوتيتين . كما يمكن عزل الهواء داخل التجويف الحلقي بغلق الفتحة الواقعة بين الرقيقتين الصوتيتين من أسفل ، ومن أعلى بغلق فتحة الحنكحلقية التي تفصل بين التجويف الأنفي والتجويف الحلقي من جهة ، كما يفصل مؤخر اللسان عند التقائه باللهاة بين التجويف الفموي والتجويف الحلقي من جهة أخرى .

وفي داخل التجويف الحلقي يوجد لسان المزمار epiglottis وهو علـــى شـكل ورقة نباتية ثابتة من إحدى طرفيها في أعلى الحنجرة أما الطرف الآخر فقابل للحركة. وهو صاحب وظيفة إحيائية مهمة . إذ يقوم بغلق أعلـــى الحنجــرة فيحجــب الطعـــام والشراب عن الدخول إلى الجهاز التنفسي سامحا لهما بالعبور إلى المريء فـــالمعدة . فيما عدا ذلك فهو منتصب حتى لا يحجب الهواء عن الجهاز التنفسي .

وبينما لا يعرف للسان المزمار وظيفة صوتية في معظم اللغات المعروفة ، إلا أنــه يبدو من الدراسات الأولية أن له دورا أساسا في نطق الأصوات الحلقية فـــي اللغـــات السامية . فعند ميلان لسان المزمار تجاه الجدار الحلقـــي Pharyngeal wall فـــإن مجرى الهواء يضيق مصدرا صوتا . هذا الصوت تستخدمه اللغات السامية والتي منها اللغة العربية فيخرج الصوتين /ع/ ، /ح/ .

٣ . ٢ . ٣ . التجويف الأنفي Nasal Cavity

يتكون التجويف الأنفي من تجويفين يفصل بينهما حاجز يمتد مـــن بيـــن فتحتـــي الأنف إلى مؤخرة التجويف الأنفي ، حيث يلتقيان في فتحـــة واحـــدة تشـــرف علـــى التجويف الحلقي . ويفصل الحنك الصلب والحنك اللين بين التجويفين الأنفي والحلقي . وللتجويف الأنفي وظيفة إحيائية مهمة ، إذ يقوم بتنقية وتلطيف الـــهواء الداخـــل إلـــى الرئتين ، إضافة إلى وظيفته كحاسة للشم .

والتجويف الأنفي منفصل عن التجويف الفموي بطبيعته إلا أنه متصل بالتجويف الحلقي عن طريق فتحة الحنكحلقية . ويقوم الحنك اللين soft palate / velum بفصل هذين التجويفين عندما يرفع إلى أعلى وتوصيلهما ببعضهما عندما يخفض .

التجويف الأنفي تجويف ثابت أي لا يمكن التحكم في حجمه أو الأعضاء الموجودة بداخلة . ووظيفته الصوتية تتمثل في الرنين الصادر عن مرور الهواء عبر هذا التجويف ، هذا الرنين ينتج بطبيعة الحال عن تردد الرقيقتين الصوتيتين . فيخرج منه الصوتين /م/ ، /ن/ .

٣. ٢. ٤. التجويف الفموي Oral Cavity

وهو أكثر التجاويف تعقيدا كما أن غالبية الأصوات اللغوية تخرج منه . ويمتد من الشفتين إلى أعلى التجويف الحلقي . ويحتوي على الشفتين ، والوجنتين ، والأسنان ، واللسان ، والحنك الصلب ، والحنك اللين والفكين الأعلى والأسفل . وكما هي الحال بالنسبة للتجاويف الأخرى ، فإن للتجويف الفموي وظيفة إحيائية تتمثل في كونه المحطة الأولى التي تتم فيها أول عملية من عمليات هضم الطعام . ففيه تتم عملية مضغ الأكل وخلطه باللعاب ، وإرساله إلى الحلق ليتم بلعه . كما يمكن استخدامه لعبور الهواء من وإلى الجهاز التنفسي في حالة انغلاق التجويف الأنفي .

ونظرا لأهمية التجويف الفموي فإننا سنتحدث عن أعضاء النطق فيه بشيء من التفصيل لما لكل منها من أهمية في إخراج الأصوات اللغوية .

٣. ٢. ٤. ١. الشفتان والوجنتان Lips and Cheeks

تعمل الشفتان والوجنتان غطاء للأسنان والتجويف الفموي كله . وتتصل الشفتان بالوجنتين بمجموعة من العضلات تمكننا من : غلق الشفتين في حالة نطق الصوت /ب/ ، ومن رفع الشفة السفلى لتقابل الثنايا العليا كما في الصوت /ف/ ، وأيضا تدويرهما كما في نطق الصوت /و/ ، وبسطهما كما في نطق الصوت /ي/ ، أو الفصل بينهما بشكل واضح كما في حالة الألف . هذه المجموعة من العضلات المعقدة مغطاة بطبقة رقيقة من الجلد الذي نشاهده على وجوه الآخرين .

٣. ٢. ٤. ٢. الأسنان Teeth

تتكون الأسنان من طبقات متباينة في صلابتها . إذ تشكل الطبقة الخارجية منها أصلب مادة في جسم الإنسان ، ويتكون لب الأسنان من مادة لينة تشتمل على أعصاب وأوردة دموية . وتتصل الأسنان بالفكين العلوي والسفلي.

ويبلغ عدد الأسنان عند الإنسان ٣٢ سنا . تنمو خلال السنة الأولى إلى السنة الثالثة عشرة . ووجودها في فم المتحدث مهم لإخراج بعض الأصوات من مخارجها

الصحيحة . إلا أن القواطع أكثرها أهمية ، حيث تخرج كثيرا من الأصوات اللغوية . فعندما تلتقي الشفة السفلى بالقواطع العليا يخرج الصوت /ف/ . وتخرج الأصوات /ث/ ،/ذ/ ، /ظ/ نتيجة لوقوع مقدم اللسان بين القواطع العليا والسفلى .

٣. ٢. ٤. ٣. اللسان Tongue

اللسان من أهم أعضاء النطق في الجهاز الصوتي . بل إن الإنسان أطلق اللسان على اللغة . فجعلت اللغة مماثلة اللسان ، رغم أن مقرها الدماغ وما الجهاز الصوتي بكامله إلا وسيلة من وسائل إبرازها . فنقول في العربية "لسانه عربي" أي أن لغته عربية ، ويقال في الإنجليزية mother tongue أي اللغة الأم أو لغته الأولى . وفي الفرنسية الكلمة langue تعني اللغة واللسان في الوقت نفسه . ولا نعجب من ذلك إذا ما علمنا ما للسان من دور في نطق الأصوات اللغوية .

واللسان يحتل حيزا كبيرا داخل التجويف الفموي إضافة إلى وجود جزء منه في التجويف الحلقي . ويتكون من مجموعة من العضلات تجعل من الممكن تحريكه أو تحريك جزء منه لإخراج أصوات تمتد من الثنايا كما في الصوت /ث/ إلى اللهاة كما في الصوت /خ/ . وكما يبين الشكل ٣. ١. فإنه يمكن تقسيم اللسان إلى عدة أجزاء منها : طرف اللسان tip ، مقدم اللسان front ، وسط اللسان center ، مؤخر اللسان

back ، جذر اللسان root[٢] . ويقابل اللسان أعضاء أخرى من الجهاز الصوتي ، فهو لا يعمل بمفردة ، فعلى سبيل المثال ، يقابل طرف اللسان الثنايا ، ويقابل مؤخر اللسان الحنك اللين .

ويحتل اللسان جزءا كبيرا من التجويف الفموي والتجويف الحلقي . إذ يمتد من خلف الثنايا إلى أعلى التجويف الحلقي إلى وسط التجويف الحلقي. وهو متصل بالفك السفلي ومرتبط بحركته . أي أن انخفاض الفك السفلي أو ارتفاعه يؤديان إلى انخفاض اللسان أو ارتفاعه ، على التوالي .

ويتحكم في شكل اللسان أربع عضلات على شكل أنسجة داخل جسم اللسان . تقوم هذه العضلات ببسطه أو ضمه أو رفعه أو خفضه . هذه العضلات يمكنها بالتنسيق فيما بينها من رفع أجزاء من اللسان مع الإبقاء على بقية اللسان منخفضة ، كما هي الحال عند نطق الصوت / س / . إذ ترتفع الحافتان الجانبيتان للسان ويبقى وسط اللسان معبرا ضيقا للهواء ليخرج من الفم .

---

[٢] هذا التقسيم للسان والحنك تقسيم اعتباطي . أي أنه لا يوجد حد فاصل واضح بين جزء وآخر . ولكن توضع فواصل تقريبية بين هذه الأجزاء ليسهل التعرف على مخارج الأصوات ودراستها .

٣ . ٢ . ٤ . ٤ . الحنك Palate

الحنك هو سقف التجويف الفموي وأرضية التجويف الأنفي . ويمتد من أصول الثنايا العليا إلى اللهاة حيث تقع نهاية التجويف الفموي والأنفي ويبدأ التجويف الحلقي .

وينقسم الحنك إلى قسمين : الأول ، الحنك الصلب hard palate ، والثاني ، الحنك اللين soft palate . فالحنك الصلب يقع في مقدمة التجويف الفموي . إذ يمتد من اللثة alveolar والتي يخرج منها الصوت /ت/ ، إلى نهاية الغار palatc وهي المنطقة المقعرة من الحنك حيث ينطق الصوت /ي/ . بينما يقع الحنك اللين في مؤخرة التجويف الفموي . وينتهي الحنك اللين باللهاة . وهي الجسم الذي يبدو متدليا في نهاية الفم عند فتحه والنظر للمرآة .

وقد سبق أن ذكرنا إحدى الوظائف الصوتية للحنك اللين ، وهي عمله كبوابة قفل للفتحة الحنكحلقية . كما أنه يقابل اللسان لإخراج الصوت /ك/ أما اللهاة فتخرج منها الأصوات /خ/ ، /غ/ ، /ق/ .

٣ . ٢ . ٤ . ٥ . الفك الأسفل Mandible

يساعد الفك الأسفل في زيادة أو إنقاص حجم التجويف الفموي . فعند نطق صوت مثل الألف نرى انخفاض الفك السفلي بينما يرتفع عند نطق صوت مثل /ي/ . وهكذا لبقية الأصوات مع تفاوت في درجة انخفاض الفك الأسفل حسب حاجة الصوت لذلك .

٣. ٣. الخلاصة

الجهاز الصوتي عند الإنسان عبارة عن تجاويف أو أنابيب بها أعضاء تعترض مسار الهواء الخارج من الرئتين فتحدث أصواتا مختلفة . ويعتمد الجهاز الصوتي في معظم اللغات على الجهاز التنفسي كمصدر للطاقة .

تمثل الحنجرة مصدر التردد الأساس لغالبية الأصوات اللغوية كونها تحوي الرقيقتين الصوتيتين . بينما تقوم التجاويف الثلاثة الأخرى ـ الحلقي ، والأنفي ، والفموي . بما تحويه من أعضاء – بالتأثير على التردد الأساس الصادر عن الرقيقتين الصوتيتين . فنتمكن من إخراج أصوات عديدة ومتباينة. وهناك أصوات لغوية لا تعتمد على الرقيقتين الصوتيتين لإخراجها ، وإنما تعتمد على وضع أعضاء النطق الأخرى كاللسان والشفتين التي تعترض انسياب الهواء مولدة ترددات صوتية . وهذا ما يحدث أثناء نطق الأصوات المهموسة .

٤. أصوات العربية

قبل أن نتحدث عما كتبه القدامى عن أصوات اللغة العربية في الفصل الخامس، لعله من المناسب أن نبدأ بتعريف للأصوات اللغوية وصفاتها من المنظور التجريبي الحديث، ولنعتبر ذلك مدخلاً للدراسات الأصواتية العربية القديمة في الفصل التالي .

٤. ١. الخصائص الأصواتية للأصوات اللغوية

كان الحديث في الفصل السابق عن الصوتيات النطقية بما في ذلك الجهاز الصوتي عند الإنسان ، والكيفية التي تخرج بها الأصوات اللغوية . وسنعتمد في هذا الفصل على ما ذكر في الفصل السابق من وصف للجهاز الصوتي والأعضاء الصوتية المكونة له لكي نقدم الخصائص الصوتية للأصوات اللغوية مقتصرين في ذلك على أصوات اللغة العربية ما أمكن .

وقد يكون من المناسب هنا أن نوضح التقسيم الفونولوجي للأصوات اللغوية . فالأصوات اللغوية تنقسم إلى قسمين رئيسيين : الأول ، الصوامت consonants ، والثاني ، الصوائت vowels . فالصوامت مثل: /ب/ ، /ت/ ، /ث/ ، /ج/ ... ، أما الصوائت في اللغة العربية فهي: الفتحة / ـَـ / ، والضمة / ـُـ / ، والكسرة / ـِـ / ، والفتحة الطويلة أو الألف / ـَا / وهي ألف مسبوقة بفتحة ، والضمة الطويلة / ـُو / وهي واو مسبوقة بضمة ، والكسرة الطويلة / ـِي /

وهي ياء مسبوقة بكسرة[1] . والفرق الأساس بين الصوامت والصوائت هو أن الأولى يصاحبها تقارب بين عضوي نطق[2] مما يؤدي إلى وقف تام للهواء الخارج من الرئتين أو اضطراب فيه ، أما الصوائت فإن درجة اقتراب عضوي النطق من بعضهما أقل من ذلك الحاصل في نطق الصوامت .

وحتى يكون هناك حروف تمكّن اللغويين – بغض النظر عن لغاتهم – من التعرف على الأصوات اللغوية فقد وضعت المنظمة العالمية للصوتيات International Phonetic Association رموزا لجميع الأصوات في اللغات البشرية كافة وتسمى الأبجدية الأصوتية العالمية International Phonetic Alphabet والمعروفة اختصاراً بـ IPA ، ويبين الجدولان ٤. ١. – ٤. ٢. بعضا من هذه الرموز .

وللواو "و" والياء "ي" وضع خاص في الخط العربي . إذ أنهما يكونان صامتين أو صائتين عند الكتابة بالخط العربي . إلا أنهما من الناحية الأصواتية ، صامتين إذا وقعا في بداية الكلمة أو بداية المقطع Syllable ، مثل /ي/ في "يوم" ، و /و/ في "ورد" ،

---

[1] نستخدم في كتابتنا باللغة العربية "ا" ، "و" ، "ي" للدلالة على الصوائت الطويلة . إلا أننا استخدمنا الرمزين "و" ، "ي" للدلالة على الصوامت وليس على الصوائت ، في هذا الكتاب . ونظر لأن الصوائت الطويلة ضعف الصوائت القصيرة رأينا أن هذه الرموز مناسبة للدلالة على الصوائت الطويلة .

[2] كاللسان والحنك أو الشفة السفلى والعليا .

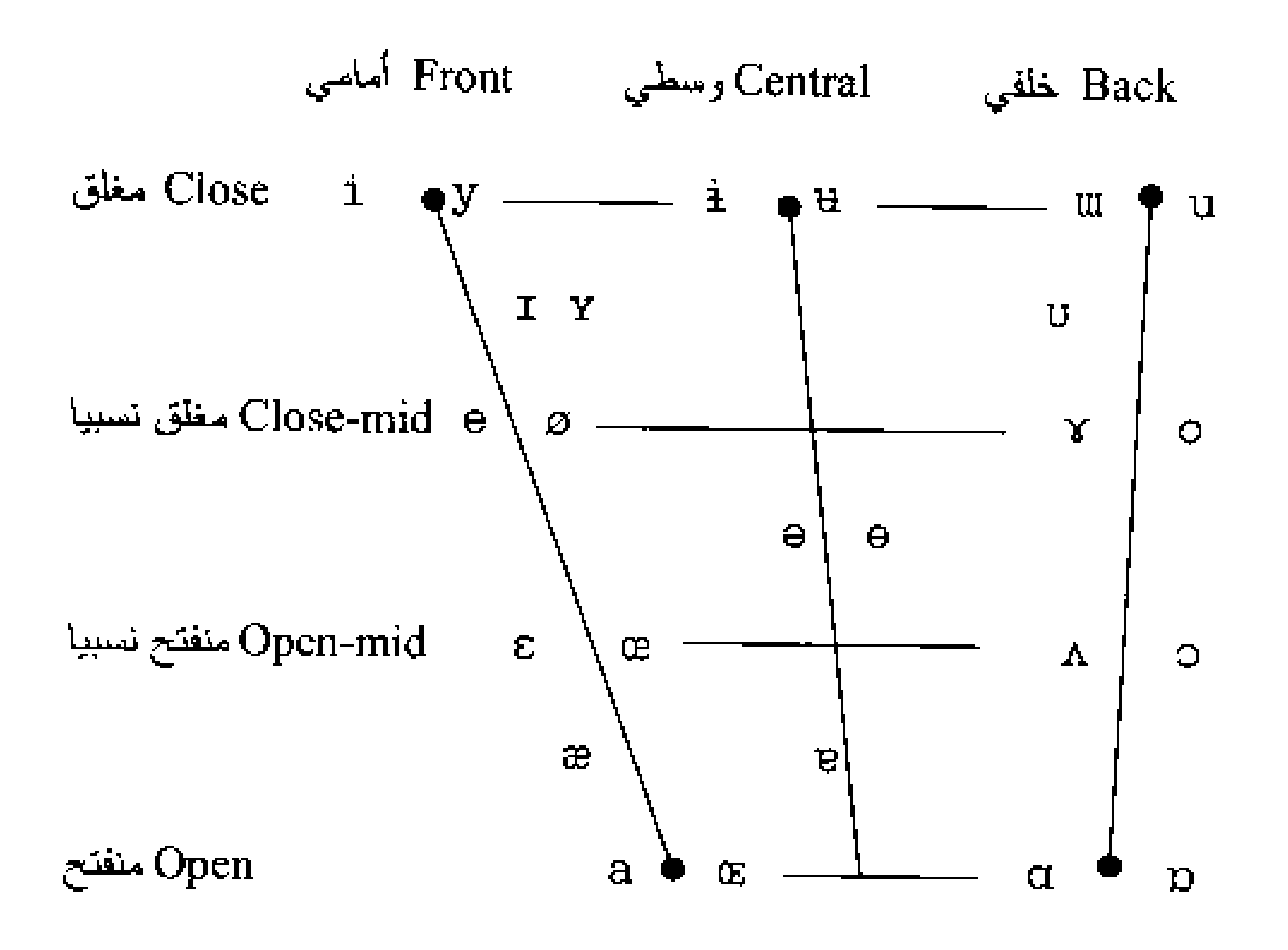
وصائتين إذا سُبقا بحركة من نفس الجنس[٢] . والجدول ٤. ٣. يبين تصنيف أصـــوات اللغة العربية الفصحى المعاصرة .

[٢] ضمة قبل الواو وكسرة قبل الياء .

	Bilabial	Labio dental	Dental	Alveolar	Post alveolar	Retroflex	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Glottal
Stop	p b			t d		ʈ ɖ	c ɟ	k g	q ɢ		ʔ
Nasal	m	ɱ		n		ɳ	ɲ	ŋ	ɴ		
Trill	ʙ			r					ʀ		
Tap / Flap				ɾ		ɽ					
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	ʂ ʐ	ç ʝ	x ɣ	χ ʁ	ħ ʕ	h ɦ
Lateral fricative				ɬ ɮ							
Approximant		ʋ		ɹ		ɻ	j	ɰ			
Lateral approximant				l		ɭ	ʎ	ʟ			
Ejective stop	pʼ			tʼ		ʈʼ	cʼ	kʼ	qʼ		
Implosive	ɓ			ɗ			ʄ	ɠ	ʛ		

الجدول ٤ . ١.

جدول للرموز الأصواتية العالمية للصوامت .



الجدول ٤. ٢.

جدول للرموز الأصواتية العالمية للصوائت .

٤. ١. ١. الصوامت

يستخدم اللغويون ثلاثة معايير لإعطاء وصف دقيق للصوامت ، وهذه المعـــايير هي :

٤. ١. ١. ١. مصدر الطاقة

ذكرنا في الفصل السابق أن مصـادر طاقة الجهاز الصـوتي ثلاثة هي :

١. رئوي

٢. حنجري

٣. طبقي

وبناء عليه فالصوت اللغوي إما أن يكون رئويا ، أو حنجريا أو طبقيا . وحيث إن جميع الأصوات العربية رئوية ، فسنغفل الأصوات الحنجرية والأصوات الطبقية والتي توجد في لغات بعض القبائل الأفريقية أو الهندية الأمريكية .

	Bilabial شفتاني	Labiodental شفوي أسناني	Interdental بين أسناني	Alveodental لثوي أسناني	Alveopalatal غاري لثوي	Palatal غاري	Velar طبقي	Lab-velar شفوي طبقي	Uvular لهوي	Pharyngeal حلقي	Glottal حنجري
Nasal غني	m م			n ن							
Stop شديد	b ب			t ت d د			k ك		q ق		ʔ ء
Emphatic Stop*				dˤ ط dˤ ض							
Fricative رخو		f ف	θ ث ð ذ	s س z ز	ʃ ش				χ خ ʁ غ	ħ ح ʕ ع	h هـ
Emphatic fricative**			ðˤ ظ	sˤ ص							
Affricate مزجي					dʒ ج						
Glide انزلاقي						j ي		w و			
Lateral جانبي				l ل							
Trill تكراري				r ر							

الجدول ٤ . ٣.

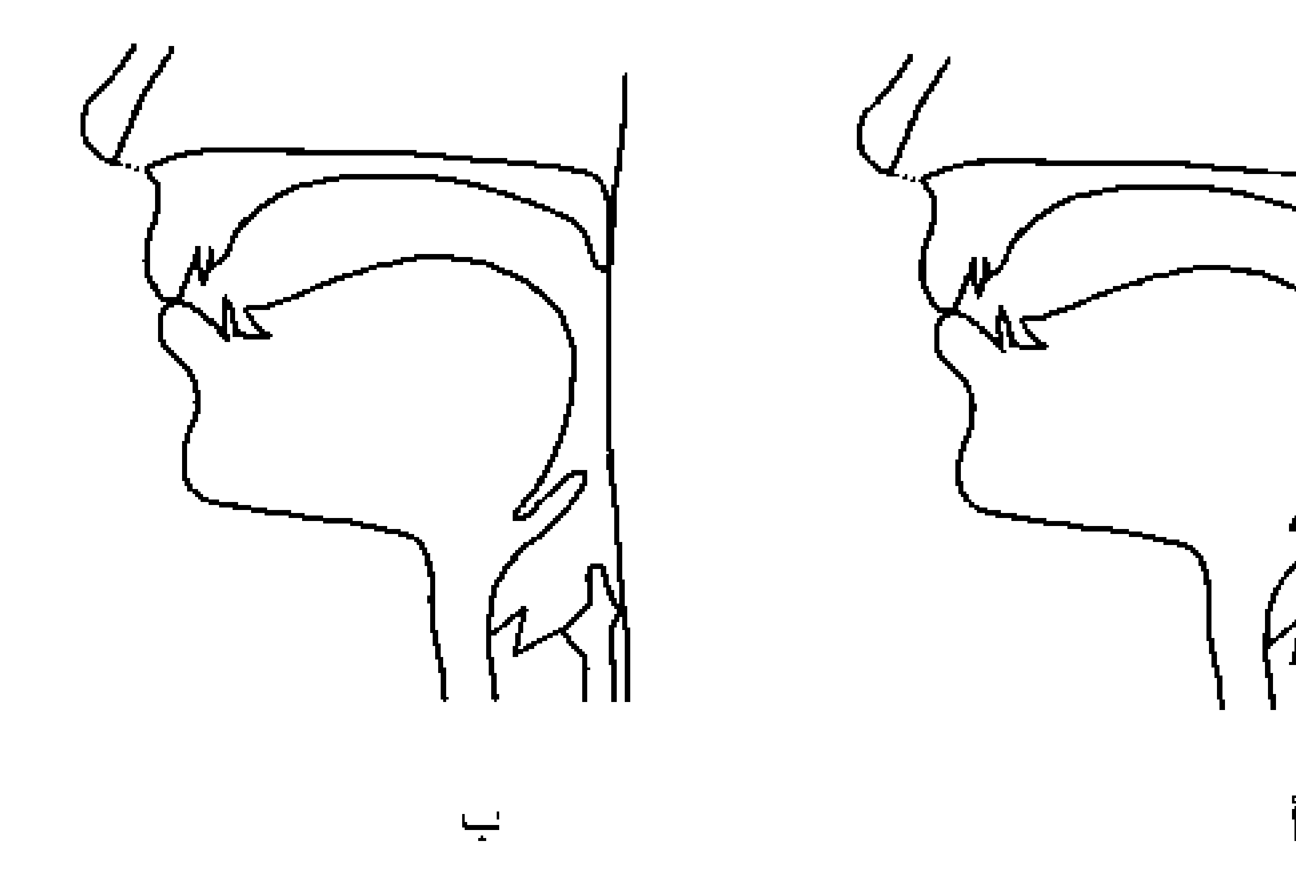
أصوات العربية الفصحى المعاصرة ، الأصوات المجهورة تقع على يمين العمود بينما تقع المهموسة على يساره (* تعني مفخم شديد ، ** تعني مفخم رخو) .

٤ . ١ . ١ . ٢ . مخرج الصوت

يمكن أن يقع مخرج الصوت في أي مكان من الجهاز الصوتي يكون فيه على الأقل عضو صوتي متحرك بدءا بالشفتين وانتهاء بالرقيقتين الصوتيتين . ويوصف الصوت باسم المكان الذي يخرج منه .

وسنبدأ بالشفتين لننتهي بالحنجرة في دراستنا لمخارج أصوات العربية ، وما ذلك إلا لتيسير الأمر على الدارس ؛ إذ من الممكن الإحساس بالأعضاء الخارجية للنطق كالشفتين بينما نجد صعوبة في الإحساس بحركة الأعضاء البعيدة في الحلق والحنجرة . وبذلك يكون تصنيف أصوات اللغة العربية بناء على مخارجها كالتالي:

أ . **الأصوات الشفتانية bilabial sounds** . وهي التي تخرج من بين الشفتين . ويوجد في العربية صوتان هما /م/ (الشكل ٤ . ١ . أ.) ، و /ب/ (الشكل ٤ . ١ . ب.) .

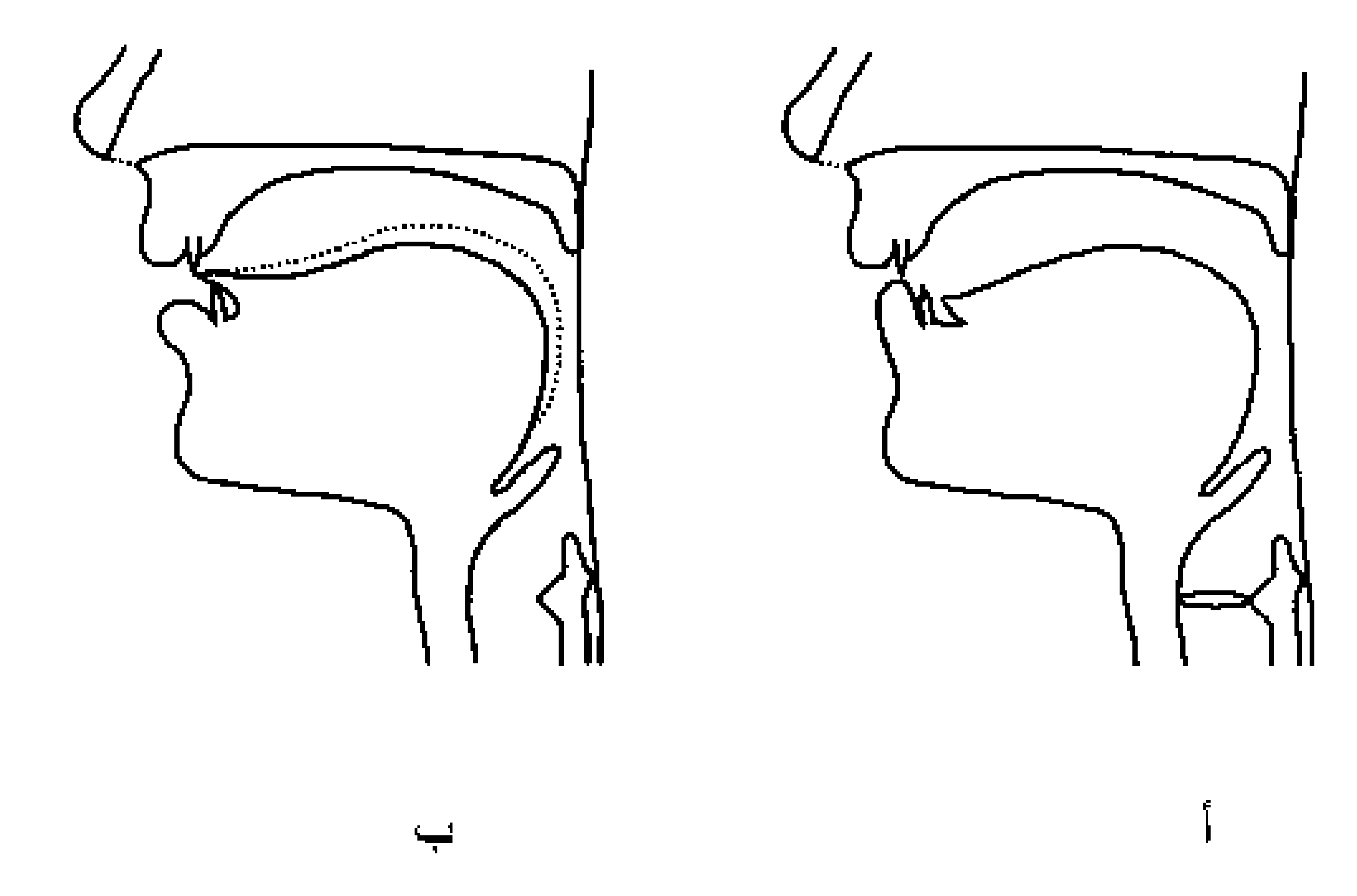


الشكل ٤ ـ ١.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /م/ .

(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ب/ .

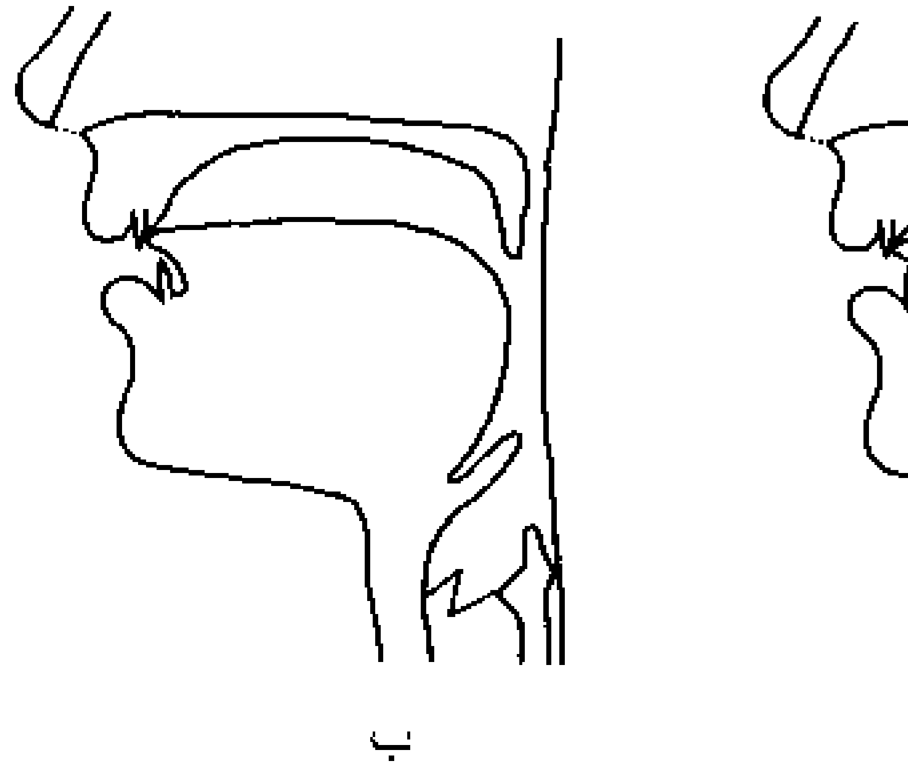
لاحظ أن الفرق بين الشكلين هو في وضع فتحة الحنكحلقية التي تفصل بين التجويفين الأنفي والحلقي .



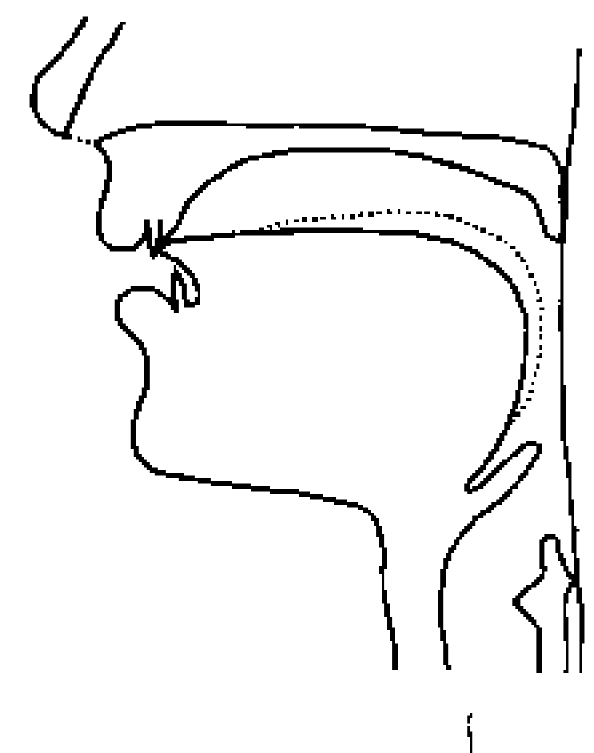
الشكل ٤ . ٢ .

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ف/ .

(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ث/ ، /ذ/ ، /ظ/ . الخط المتقطع يمثل وضع اللسان أثناء نطق /ظ/ . تتذبذب الرقيقتان الصوتيتان عند نطق /ذ/ ، /ظ/ ولا تتذبذبان عند نطق /ث/ .



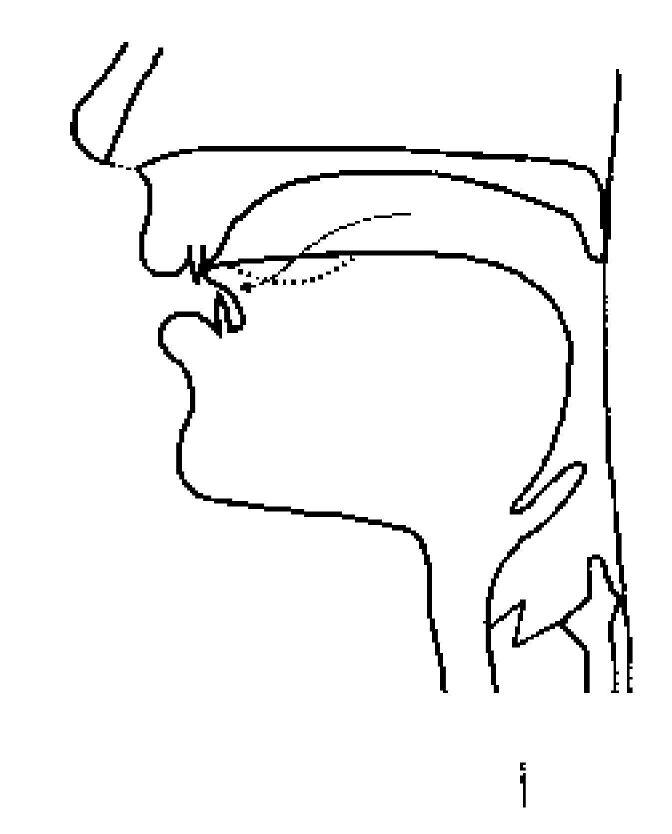
ب



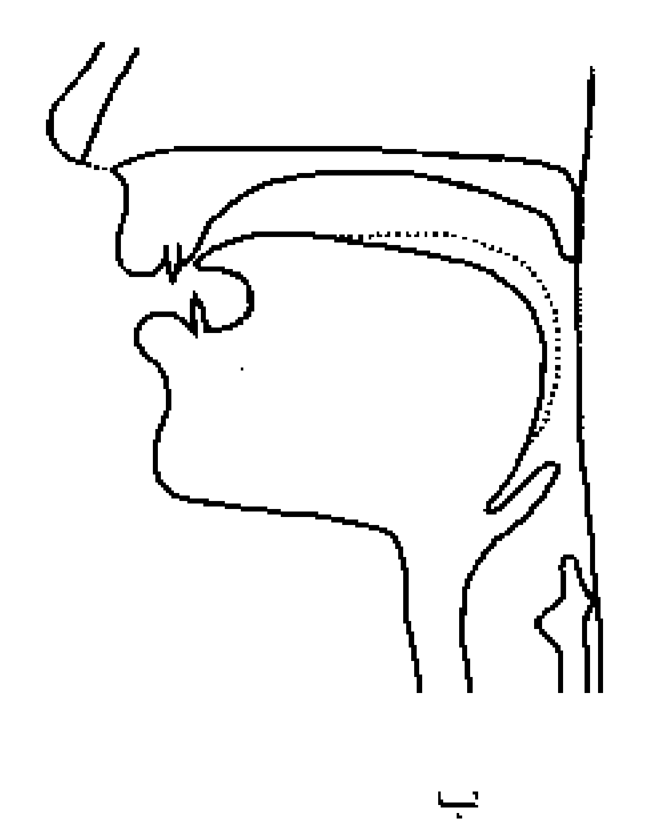
أ

الشكل ٤. ٣.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /د/ ، /ت/ ، /ر/ ، /ط/ ، /ض/ .
الخط المتقطع يمثل وضع اللسان أثناء نطق الصوتين المطبقين : /ط/ ، /ض/ . تتذبذب الرقيقتان الصوتيتان في الأصوات /د/ ، /ض/ ، /ر/ ، ولا تتذبذبان عند نطق /ت/ ، /ط/ .
(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ن/ .



أ



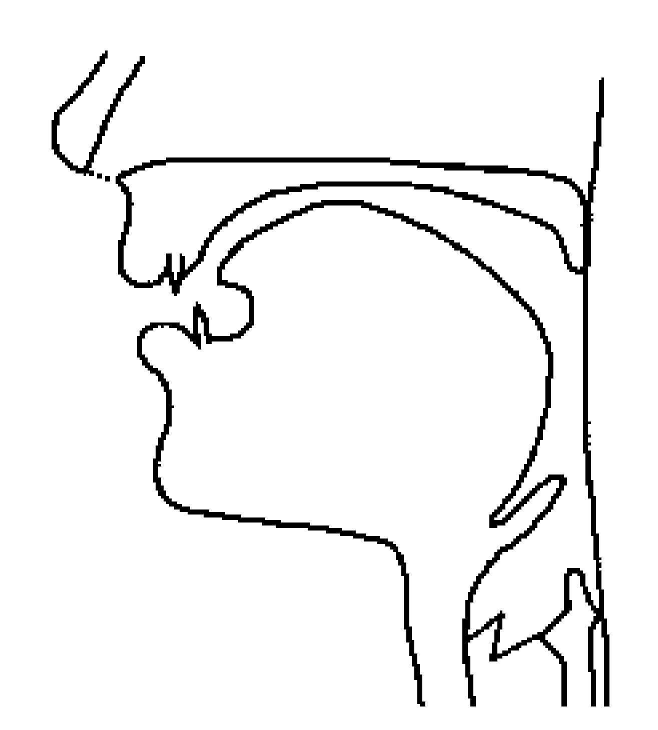
ب

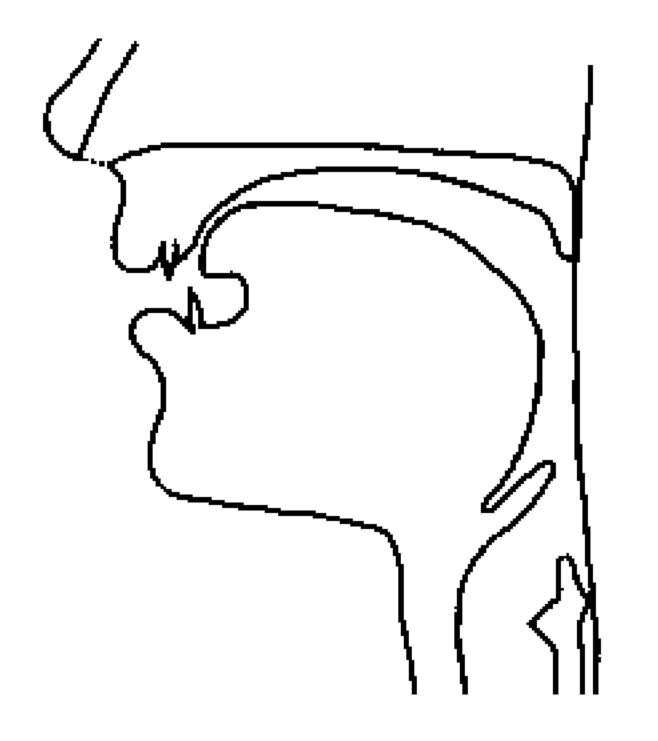
الشكل ٤. ٤.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ل/ .

(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /س/ ، /ز/ ، /ص/ .

الخط المتقطع يمثل وضع اللسان أثناء نطق /ص/ .

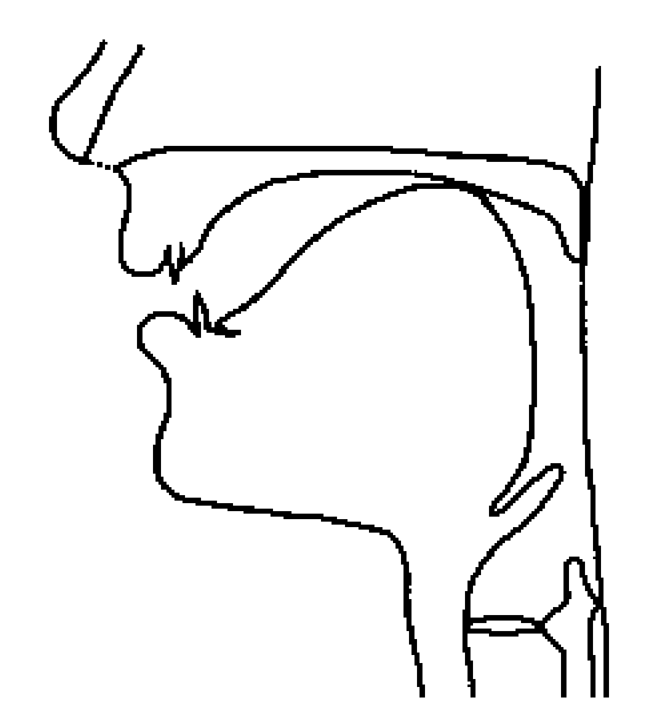




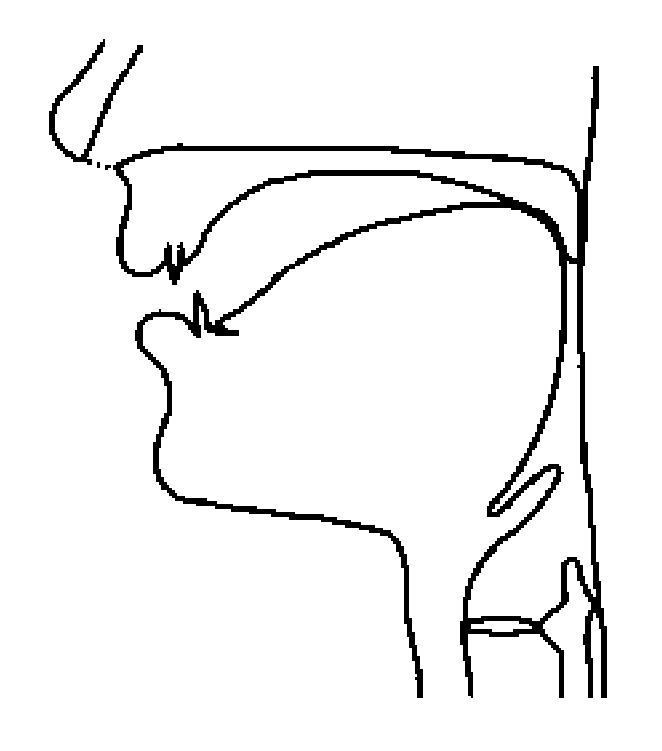
الشكل ٤. ٥.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ي/ .

(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ش/ ، /ج/ ، تتذبذب الرقيقتان الصوتيتان عند نطق /ج/ ولا تتذبذبان عند نطق /ش/ .



أ

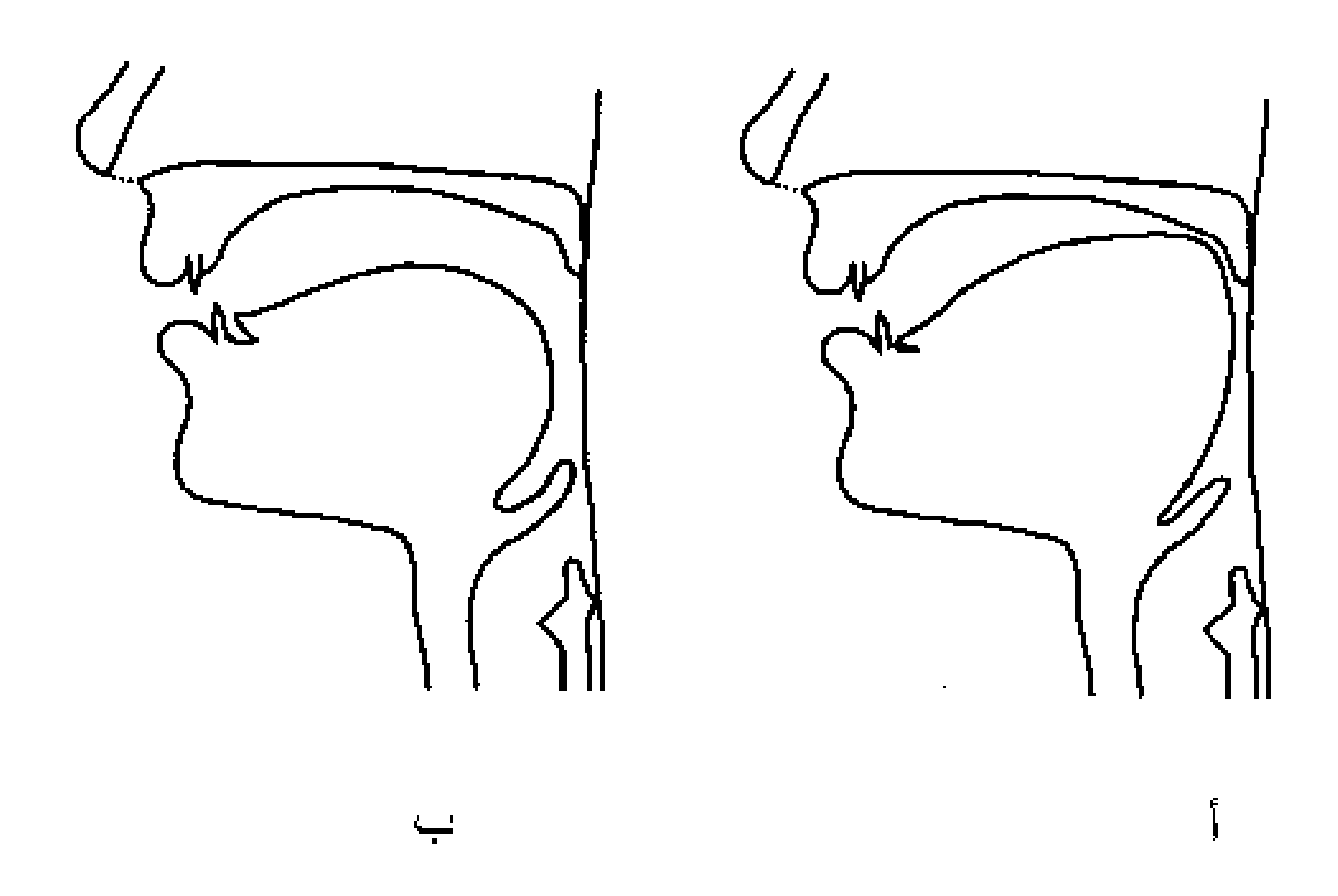


ب

الشكل ٤ . ٦.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ك/ .

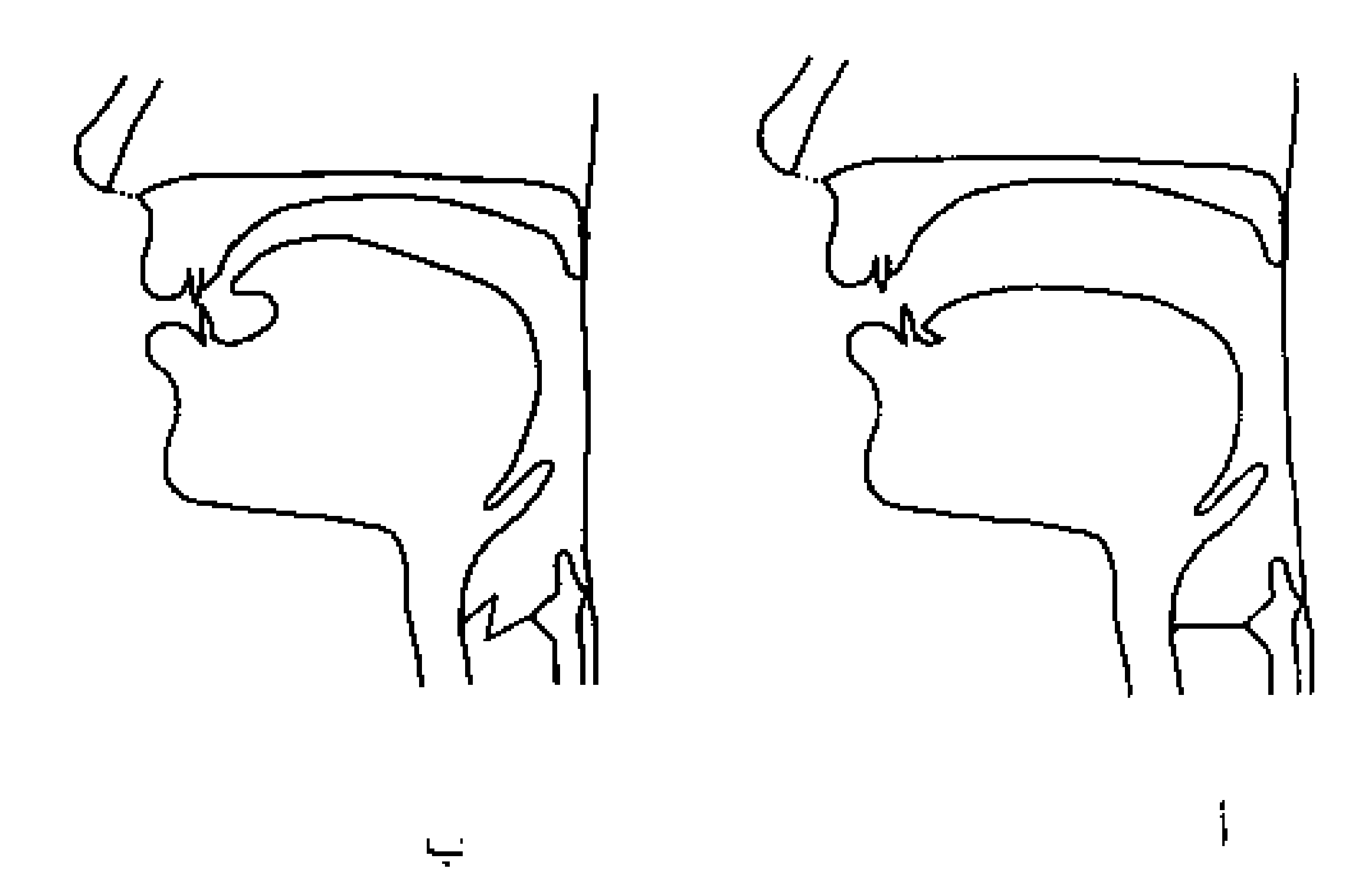
(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ق/ .



الشكل ٤. ٧.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /خ/ ، /غ/ . تتذبذب الرقيقتان الصوتيتان في /غ/ ولا تتذبذبان في /خ/ .

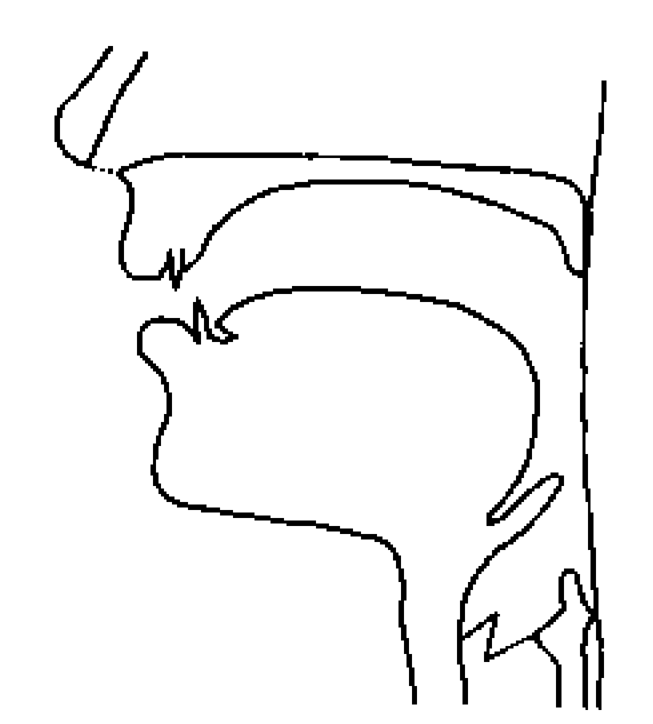
(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ح/ ، /ع/ . تتذبذب الرقيقتان الصوتيتان عند نطق /ع/ ولا تتذبذبان عند نطق /ح/ .

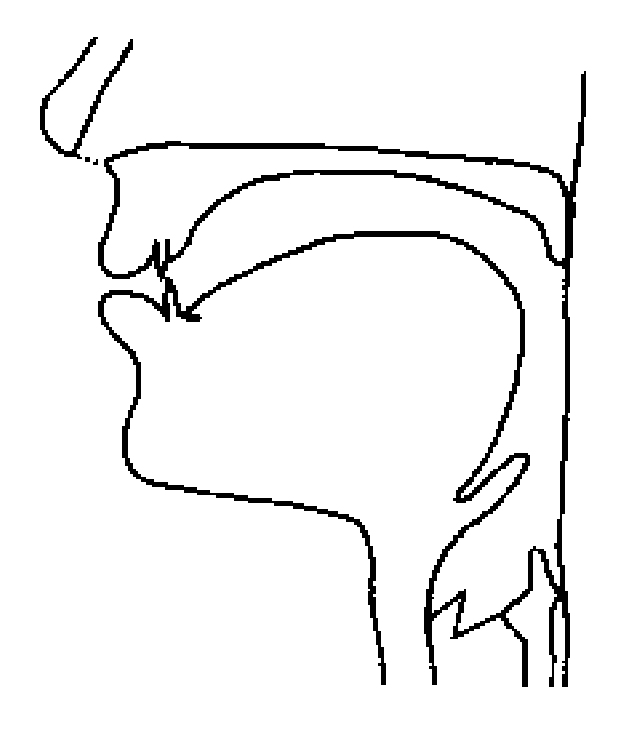


الشكل ٤. ٨.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ء/ ، /هـ/ ، والفرق بينهما يكمن في وضع الرقيقتين الصوتيتين ؛ إذ تنغلقان تماما أثناء نطق الهمزة بينما تسمحان بمرور الهواء بينهما عند نطق الهاء .

(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ـــِ/ .





أ ب

الشكل ٤. ٩.

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ــَــ/ .

(ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ــُــ/ .

ب. **الأصوات الشفوأسنانية labiodental sounds** . وتخرج من بين الثنايا العليا والشفة السفلى . ويخرج في العربية صوت واحد هو /ف/ (الشكل ٤. ٢. أ.).

جـ . **الأصوات البين أسنانية interdental sounds** . وهي الأصوات التي تخرج من بين الثنايا العليا وطرف اللسان ، وهي : /ث/ ، /ذ/ ، /ظ/ (الشكل ٤. ٢. ب.) .

د. **الأصوات اللثوأسنانية alveo-dental sounds** . وتخرج من بين أصول الثنايا وما يليها من اللثة وطرف أو مقدم اللسان . ويخرج من هذا المخرج /ت/ ، /ط/ ، /د/ ، /ن/ ، /ض/ ، /ل/، /ر/ ، /س/ ، /ز/ ، /ص/ (الشكلان ٤. ٣. و ٤. ٤.) .

هـ. **الأصوات الغارلثوية palato-alveolar** . هي الأصوات التي تخرج من بين الغار واللثة مع مقدم اللسان ، وهي : /ي/ ، /ش/ ، /ج/ (الشكل ٤. ٥.) .

و. **الأصوات الطبقية velar sounds** . وهي الأصوات التي تخرج من بين الحنك اللين ومؤخر اللسان . ويخرج منها في العربية /ك/ (الشكل ٤. ٦. أ.) .

ز . **الأصوات اللهوية uvular sounds** . وهي المنطقة الواقعة بين اللهاة ومؤخر اللسان . ويخرج منها الأصوات التالية : /ق/ ، /خ/ ، /غ/ (الشكلان ٤. ٦. ب، و ٤. ٧. أ.).

ح. **الأصوات الحلقية pharyngeal sounds** . الأصوات الحلقية التي تخرج من الحلق هي /ح/ ، /ع/ (الشكل ٤. ٧. ب.) . ويخرج هذان الصوتان عندما يقارب لسان المزمار الجدار الحلقي فيقع مخرجهما بين لسان المزمار والجدار الحلقي .

ط. **الأصوات الحنجرية glottal sounds** يخرج من الحنجرة صوتان /ء/ ، /هـ/ (الشكل ٤. ٨. أ.) ومخرج هذين الصوتين المزمار وهو الفتحة الواقعة بين الرقيقتين الصوتيتين.

وهناك أصوات تشترك في أكثر من مخرج . ففي اللغة العربية الصوت /و/ الذي يمكن وصفه بأنه شفتاني وأيضا طبقي في الوقت نفسه . أما كونه شفتاني فذلك لاستدارة الشفتين أثناء نطقه ، وأما كونه طبقي فذلك لارتفاع مؤخر اللسان وقربه من الحنك اللين .

مما تقدم يتضح أن هناك عدة مخارج ولكل صوت مخرج نستطيع أن نميزه به . فالفرق بين /د/ ، /ب/ ، على سبيل المثال ، هو أن الأول لثوأسناني أما الآخر

فشفتاني . إلا أن مكان إخراج الصوت place of articulation ليس كافيـــا لتميـــيز جميع الأصوات اللغوية . فصوتان كـ /م/ ، /ب/ يخرجان من مكان واحد . ونحتـــاج إلى صفات أخرى تميز الأصوات ذات المخرج الواحد عن بعضها البعض وهنا يـــأتي دور كيفية النطق .

٤. ١. ١. ٣. كيفية النطق Manner of Articulation

يمكن أن تخرج عدة أصوات من مخرج واحد ، ولكن بطـــرق مختلفـــة . ففـــي العربية ، على سبيل المثال ، عشرة أصوات تخرج جميعها من مخرج واحـــــد وهـــو اللثوأسناني ولكنها أصوات مختلفة ولكل منها طريقة مختلفة في النطق . ومن ثم فإنـــه يمكن تصنيف الأصوات حسب طريقة نطقها إلى الفئات التالية :

أ . **أصوات مجهورة voiced** . هي الأصوات التي تكون فيها الرقيقتان الصوتيتـــــان متقاربتين لدرجة تسمح بتذبذبهما . والأصوات المجهورة في اللغة العربية هي : جميـــع الصوائت إضافة إلى الصوامـــت التاليـــة /ب/، /م/ ، /ذ/ ، /ظ/ ، /ن/ ، /د/ ، /ز/ ، /ل/ ، /ض/ ، /ر/ ، /ي/ ، /و/ ، /ج/ ، /غ/ ، /ع/ .

ب. أصوات مهموسة voiceless . هي الأصوات التي تكون فيها الرقيقتان الصوتيتان متباعدتين لدرجة لا تسمح بتذبذهما . والأصوات المهموسة في العربية هي : /ف/، /ث/ ، /ت/ ، /س/ ، /ص/، /ط/ ، /ش/ ، /ك/ ، /ق/ ، /خ/ ، /ح/ ، /هـ/ ، /ء/ ، أي جميع الأصوات ماعدا الأصوات المجهورة .

ج. وقفية stops. وهي الأصوات التي ينغلق فيها مجرى الهواء تماما داخل الفم ، فأثناء نطق هذه الأصوات تقوم الشفتان أو اللسان بغلق مجرى الهواء داخل الفم مما يؤدي إلى منع خروج الهواء من الفم . وهناك نوعان من الأصوات الوقفية :

الأول : وقفية أنفية nasal stops . وهي الأصوات التي يمنع فيها الهواء من الخروج عبر الفم ولكنه يخرج من الأنف عن طريق الفتحة الحنكحلقية . وفي العربية صوتان هما /م/ ، /ن/ .

الثاني : وقفية فموية oral stops . هي الأصوات التي لا يخرج فيها الهواء من الأنف ولا من الفم . أي يمنع الهواء من الخروج عبر الجهاز الصوتي . فتغلق فتحة الحنكحلقية بالحنك اللين ، ويغلق مجرى الهواء داخل الفم إما باللسان أو بالشفتين . أو أن يمنع خروج الهواء عبر المزمار فتغلق الرقيقتان الصوتيتان كما هي الحال في الهمزة . والأصوات الوقفية الفموية في اللغة العربية هي : /ب/ ، /ت/ ، /د/ ، /ط/ ، /ض/ ، /ك/ ، /ق/ ، /ء/ .

ورغم أن الأصوات الوقفية لها هذان التقسيمان إلا أنه غالبا ما يشار في كتب الصوتيات إلى الأصوات الوقفية الأنفية بـ "الأصوات الأنفية" والأصوات الوقفية الفموية بـ "الأصوات الوقفية" . وللاختصار والتناسق بين ما هو مذكور في هذا الكتاب وكتب الصوتيات الأخرى فإننا سنستخدم المصطلحين "أصوات أنفية" و "أصوات وقفية / شديدة" بدلا من "أصوات وقفية أنفية" و"أصوات وقفية فموية" على التوالي .

د . احتكاكية **fricatives** . هي الأصوات التي يتقارب فيها عضوان نطقيان لدرجة تسمح باضطراب الهواء المار بينهما . وهذا شبيه بالصوت الناتج عن مرور هواء مضغوط عبر فتحة ضيقة ، إذ يضطرب الهواء فيولد صوتا والأصوات العربية الاحتكاكية هي : /ف/ ، /ث/ ، /ظ/ ، /ذ/ ، /س/ ، /ص/ ، /ز/ ، /ش/ ، /خ/ ، /غ/ ، /ح/ ، /ع/ ، /هـ/ ، وأطلقنا على هذا النوع من الأصوات صفة الأصوات الرخوة لتتوافق مع ما ورد في كتب التراث العربي .

هـ . مركبة **affricates** . هذا النوع من الأصوات عبارة عن صوت وقفي / شديد متبوع بصوت احتكاكي / رخو من المخرج نفسه . وليس في اللغة العربية صوت مركب ، غير أنه ظهر في بعض اللهجات المعاصرة ، فنجده في صوت الجيم في

لهجة نجد . ويبدو أنه أقرب الأصوات العربية المعاصرة للجيم القديمة ؛ فلذلك ذهب كثير من الأصواتيون إلى وصفه بالصوت العربي المعاصر الفصيح للجيم .

و. التفخيم **pharyngealization**

توجد أصوات في اللغة العربية يصاحبها أثناء نطقها ارتفاع لمؤخر اللسان إضافة لاقترابه من جدار الحلق . وهناك تباين في تسمية هذه الخاصية فمن الباحثين من سماها إطباقا ومنهم من سماها استعلاء . وحتى المصطلح الإنجليزي لا يعبر بدقة عما يجري أثناء نطق هذه الأصوات فكلمة pharyngealization تعني "تحليق" أي اقتراب مؤخر اللسان من الجدار الحلقي . بينما الذي يحدث أثناء نطق هذه الأصوات العربية هو ارتقاء مؤخر اللسان velarization إضافة إلى التحليق . ولقد وجد الباحثون الذين استخدموا الأشعة السينية لعمل دراسات عن أصوات العربية أن مؤخر اللسان دائما يقترب من الجدار الحلقي إلا أنه لا يرتقي دائما ؛ لذلك رأيت أن استخدم رمز " التحليق " في الجدول ٥ . وحيث إنني قد استخدمت مصطلح الإطباق للدلالة على صوت /ك/ إضافة إلى الدلالة على آلية الإطباق ، فإنني أرى أن كلمة تفخيم هنا مناسبة . والأصوات المفخمة في العربية هي : /ظ/ ، /ط/ ، /ص/ ، /ض/ ، إضافة إلى صوت اللام في لفظ الجلالة .

ز. **تكرارية trills** . وهي الأصوات التي يتكرر فيها اتصال عضو نطق بعضو نطق آخر أكثر من مرة . ففي حالة نطق صوت /ر/ – وهو صوت تكراري – يتصل طرف اللسان باللثة لوقت قصير – عشرين مليثانية[4] تقريبا – مشكلا حركة شبيهة بعملية الوقف المصاحبة لنطق /د/ ثم ينفصل عن اللثة عائدا إلى وضعه الطبيعي ثم يعود إلى الاتصال باللثة مرة أخرى ، وهكذا . وكما هو مذكور فإن الصوت التكراري الوحيد في العربية هو /ر/ .

ج. **جانبية laterals** . الأصوات الجانبية هي الأصوات التي يصاحبها وقف لمجرى الهواء في وسط الفم مع السماح للهواء بالمرور عن طريق أحد جانبي اللسان أو كليهما . وهذه الأصوات نوعان :

- **أصوات جانبية تقاربية lateral approximants** . وهي الأصوات التي يكون فيها أحد جانبي اللسان أو كلاهما بعيدين عن الحنك لدرجة لا تسمح بصدور اضطراب في الهواء الخارج من الفم . والصوت العربي الذي له هذه الصفة هو /ل/ .
- **أصوات جانبية احتكاكية lateral fricatives** . وهي الأصوات التي يكون فيها أحد جانبي اللسان أو كلاهما قريبين من الحنك لدرجة تسمح بظهور

[4] المليثانية وحدة زمنية تساوي واحد على الألف من الثانية .

اضطراب في الهواء . ولقد وصف اللغويون القدامى الضاد بــــهذه الصفـــة ، وبهذا يكون /ض/ جانبي احتكاكي مفخم .

ط . أصوات تقاربية approximants . هي الأصوات التي يكون فيها تقارب بيـــن عضوي نطق ولكن ليس بالدرجة التي يتاح فيها للهواء الخارج أن يضطرب – كمـــا هي الحالة عند نطق الأصوات الاحتكاكية – فتكون بذلك بين الصوائـــت والأصــوات الاحتكاكية / الرخوة . وهذه الأصوات نوعان :

- **أصوات تقاربية جانبية lateral approximants** . وهي التـــي ذكرناهــا أعلاه تحت الأصوات الجانبية .
- **أصوات تقاربية وســطية central approximants** . وهـــي الأصـــوات التقاربية التي يمر فيها الهواء الخارج من الرئتين من فـــوق وســط اللســان. والصوتان التقاربيان في اللغة العربية همـــا : /ي/ ، /و/ . فعنــد نطــق /ي/ يقترب وسط اللسان من منطقة الحنك . أما في حالة /و/ فإن التقارب يكون في موضعين . الأول بين الشفتين ، والثاني بين الحنك اللين ومؤخر اللسان .

٤ . ١ . ٢ . الصوائت

كما سبق أن ذكرنا فإن أصوات أية لغة بشرية تتكون من صوائت وصوامت . ويكون عدد الصوائت أقل من عدد الصوامت . ففي العربية نجد ستة صوائت وثمانية وعشرين صامتاً . وتتميز الصوائت العربية بخاصتين :

الأمد أو الكمية quantity

الكيفية quality .

فمن حيث الأمد ، يكون الصائت إما طويلاً : /ـَـَـ/ ، /ـُـُـ/ ، /ـِـِـ/ أو قصيراً : /ـَـ/ ، /ـُـ/ ، /ـِـ/ . وهذا يعني أن أمد الصوائت الطويلة أطول من أمد الصوائت القصيرة . بمعنى آخر ، تبقى أعضاء النطق في وضع واحد لفترة أطول عند نطق الصوائت الطويلة منها عند نطق الصوائت القصيرة . فالفرق بين نطق الكلمتين : "كَتَبَ" و"كَاتَبَ" أن الصائت الأول في الكلمة الأولى قصير بينما نظيره في الكلمة الثانية طويل . ولدينا في العربية ثلاثة صوائت قصيرة يقابل كل واحد منها صائت طويل له تقريباً صفات الصائت القصير نفسها ، أي ينطق بالطريقة نفسها تقريباً . فالكيفية هنا شبه ثابتة أما الأمد فمتغير . ويبلغ زمن الصوائت الطويلة في اللغة العربية ضعف زمن الصوائت القصيرة (٨٠ مليثانية للقصيرة و ١٦٠ مليثانية للطويلة).

الخاصية الثانية هي الكيفية . هذه الخاصية ذات علاقة بشكل التجويف الفموي ، لإن الهواء الموجود داخل التجويف الفموي يستجيب لتذبذب الرقيقتين الصوتيتين بتوليد رنين harmonics ، وهذا شبيه بالهواء في الصندوقين الخشبيين لآلتي العزف الموسيقيتين : العود ، والقانون ، فالأوتار فيهما تقوم بتوليد التردد الأساس ، أما الهواء الموجود في الصندوقين فيولد الرنين . وقد تكون الأوتار واحدة وطريقة العزف عليها كذلك واحدة إلا أن الصوت الناتج لكل آلة مختلف ، والسبب في ذلك يعود لاختلاف شكل وحجم الصندوق الهوائي .

وهناك تجربة تدرّس للطلاب في المراحل الأولى تبين تأثير حجم الهواء على درجة الرنين . وذلك بأخذ كاسات متساوية الحجم ثم يوضع ماء بداخلها بنسب متفاوتة. وعند قرع حافة كل كأس فإنه يعطي رنيناً مختلفاً حسب كمية الهواء المتبقية داخله . وبالتالي فإنه كلما كان الهواء قليلاً كان الصوت حاداً .

ويحدث الأمر نفسه داخل التجويف الفموي . فذبذبة الرقيقتين الصوتيتين واحدة تقريباً عند نطق أي صائت ، إلا أن الاختلاف يكمن في شكل التجويف الفموي . فعند نطق الصائت / ـَـ / أو / ـَــَـ / يكون اللسان كله منخفضاً ، وهذا يجعل حجم الهواء داخل التجويف الفموي كبيراً . وعند نطق / ـِـ / أو / ـِــِـ / فإن مقدم اللسان يرتفع باتجاه الحنك بينما يظل الجزء المتبقي من اللسان في وضعه العادي . أما عند نطق / ـُـ / أو / ـُــُـ / فإن مؤخر اللسان يقترب من الحنك اللين بينما

يظل مقدم اللسان في وضعه العادي ، كما أن الشفتين تشاركان في نطق هذين الصائتين وذلك باستدارتهما . وهكذا يتبين أن لوضع اللسان أهمية بالغة في تحديد الصوائت . إذ يقوم بتحديد شكل وحجم الهواء داخل الفم وينتج عنه إخراج صوائت مختلفة (الأشكال من ٤. ٨. ب. إلى ٤. ٩. ب.) .

ذكرنا أن الصوامت تصنف حسب مخارجها وطريقة نطقها . أما بالنسبة للصوائت فإنها تصنف بناء على وضع اللسان داخل الفم . فالصائت / ـَـ / يسمى منخفضا low ، نظرا لانخفاض جسم اللسان . والصائت / ـُـ / يسمى خلفي مدور back rounded ، وذلك لأن مخرجه من مؤخر اللسان ويصاحبه تدور للشفتين . أما الصائت / ـِـ / فيطلق عليه أمامي front ، لأن مخرجه من مقدم اللسان .

ويمكن الجمع بين صائتين ، ففي الكلمة " بيت " /ب ـَـ ـِـ ت / نجد أنه تجاور صائتان في مقطع واحد . ويطلق عليهما صائت مزدوج في هذه الحالة أو صائت ثنائي diphthong . ومن الأمثلة على الكلمات التي تحمل صوائت مزدوجة في اللغة العربية : "سوف" /س ـَـ ـُـ ف/ ، "فوق" /ف ـَـ ـُـ ق/ ، " حيف" /ح ـَـ ـِـ ف/ .

ونظرا لقلة الصوائت في اللغة العربية فإن التفريق بينها لا يعد مشكلة لمتحدثيها لغة أم أو لدارسيها من متحدثي اللغات الأخرى . إلا أن بعض اللهجات العربية قد اكتسبت صوائتا جديدة . فتحولت الصوائت المزدوجة في كثير من اللهجات العربية إلى صائت

واحد بين الصائتين الأصليين . وعلى سبيل المثال فإن الصائت المزدوج / ـَــ ـيـ / قد تحول إلى صائت قريب من الصائت / ـِــ / إلا أن وضع مقدم اللسان أقل ارتفاعاً. ويرمز لهذا الصائت في الأبجدية العالمية بالرمز / ɛ / .

وتعد الصوائت إحدى العقبات التي تواجه الطلبة العرب الذين يدرسون لغة بها صوائت كثيرة كالإنجليزية ، والفرنسية والسويدية . إذ إن لغة كالإنجليزية بها ما يقرب من ١٥ صائتاً تجعل الطالب يجد صعوبة في نطقها أو حتى التفريق بينها عند سماعه إياها . ذلك لأن أذني المتحدث العربي لم تتعودا سماع صوائت كثيرة ذات فروق في كيفيتها . وفي الوقت نفسه ، نجد من يدرس اللغة العربية يجد صعوبة في التفريق بين صوائتها التي تختلف في الأمد عندما لا يكون التضعيف فونيميا[٥] phonemic في اللغة الأم .

٤ . ٢. التضعيف Gemination

التضعيف هو نطق الصوت مرتين أو إعطاء الصوت أمدا أطول . وجميع أصوات اللغة العربية لها حالتان في النطق : إما أن تكون قصيرة . أي تُعطى أمد صوت واحد

---

[٥] الأصوات الأساسية في اللغة والتي عند تغيرها في الكلمة تعطي كلمة أخرى ذات معنى مختلفاً تسمى phonemes . فالصامت /ب/ فونيم في العربية ، لاننا لو بدلناه في كلمة مثل "بان" بصامت آخر /ع/ لحصلنا على كلمة أخرى ذات معنى مختلف "عان" . بينما لو نطق أحدنا الصامت/ب/ مثل الصامت /p/ الموجود في اللغة الإنجليزية ، لما كانت هناك صعوبة في فهم الكلمة بأنها "بان" . ولذلك لا نعتبر/p/ جزءاً من الفونيمات العربية رغم أننا قد ننطقه في بعض الكلمات مثل "تب" إذا لم نقلقله .

أو ما عبر عنه القدماء بحركة واحدة ، وإما أن تكون طويلة ، وهي أن يكون أمدهـــا مساويا ضعف أمد نظائرها القصيرة . فالصامت /ل/ في الكلمة "عَلَم" /ع ـَـ ل ـَـ م / صامت قصير ، بينما نجده في كلمة مثل " علّم /ع ـَـ ل ل ـَـ م/ صامتــاً طويلاً . هذه الظاهرة تنطبق على جميع الصوامت والصوائت كما سبق ، فـالتضعيف كما رأينا فونيمياً في اللغة العربية .

٤. ٣. المقطع Syllable

عند تقطيع كلمة في اللغة العربية فإننا غالباً ما نجزئها إلى مقاطع . فالكلمة "كَتَبَ" ننطقها أثناء التهجية /ك ـَـ / ، /ت ـَـ / ، /ب ـَـ / . وكلمة مثل "مَكْتَب" ننطقــها /م ـَـ ك/ ، /ت ـَـ ب/ . ولقد وجد اللغويون أن الإنسان يجــزئ الكلمــات إلــى مقاطع . هذه المقاطع تتكون من فونيمات (صوامت وصوائت) . وقد تكون المقـــاطع معقدة ومتعددة الأشكال وقد تكون بسيطة التشكيل والتركيب . إلا أن جميــع المقــاطع تحتوي على الأقل على صائت واحد ، وقد تحتوي على صامت أو أكثر من صـــامت وقد لا تحتوي على أي صامت .

ويتكون المقطع في اللغة العربية من واحد من الأشكال التالية :

١. صامت + صائت قصير (CV)[٦] ،

مثل /ك ـَـ/ ، /ت ـَـ / ، /ب ـَـ/ في الكلمة "كَتَبَ" .

٢. صامت + صائت طويل (:CV) ،

مثل /ق ـَـَـ / ، /م ـَـَـ / في الكلمة "قاما" .

٣. صامت + صائت قصير + صامت (CVC) ،

مثل /م ـَـ ك/ ، /ت ـَـ ب/ في الكلمة " مَكْتَب" .

٤. صامت + صائت طويل + صامت (CV:C) ،

مثل / س ـَـَـ د/ في الكلمة "ساد"

٥. صامت + صائت مزدوج + صامت (CVVC) ،

مثل /ق ـَـ ـُـ م/ في الكلمة "قَوم" .

٦. صامت + صائت قصير + صامت + صامت (CVCC) ،

مثل /ع ـَـ د د / في الكلمة " عَدّ " .

وقد يضيف بعض اللغويين مقطعاً سابعاً يتكون من صامت + صائت طويل + صامت + صامت (CV: CC) ، مثال / ش ـَـَـ ب ب / في كلمة "شاب"[٧] . إلا أنني أرى

[٦] حيث يرمز C للكلمة consonant والتي تعني صامت ، ويرمز V للكلمة vowel والتي تعني صائت قصير ، و :V صائت طويل .

[٧] حسنين ، ١٤٠٥هـ .

أن اللغة العربية لا يوجد بها هذا النوع من المقاطع ، والمثـــال الــذي أورده حسنين يندرج تحت المقطع صامت + صائت طويل + صامت .

ونستطيع باستخدام التصنيف أعلاه تقسيم الكلمة في اللغة العربية إلى مقـــاطع . فالكلمة "استكتبتموهم" تتكون من المقاطع الستة التالية: /ء ـِـ س/ ، /ت ـَــ ك/ ، /ت ـَــ ب/ ، /ت ـُــ / ، /م ـُــُــ / ، /هـ ـُــ م/ .

ومعايير تقسيم الكلمة إلى مقاطع هي الخصائص التي تجمـــع المقــاطع الســتة المذكورة وهي:

١) لابد من وجود صائت في المقطع .

٢) المقطع يبدأ بصامت واحد .

٣) يمكن أن يكون المقطع مفتوحاً open أي لا ينتـــهي بصــامت أو مغلقــاً close أي ينتهي بصامت أو صامتين .

ومن الملاحظ في الكلمات العربية أن الحرف الساكن يتبع المقطع الذي يسبقه أمـا إذا حُرك فإنه يكوّن مقطعاً مستقلاً . مثال ذلك عند تحريك آخر الفعل "كتب" فإن عـــدد المقاطع يكون ثلاثة /ك ـَــ / ، /ت ـَــ / ، /ب ـَــ / . أما إذا سُكن فـــإن عددهـــا اثنان : /ك-َ / ،/ت-َ ب/ . وكذلك الحال بالنسبة للحروف المشددة ، كما فـــي كلمـــة "عدّاد" فإن الدال الأولى تعد اثنتين ، الأولى منهما ساكنة فتلحق بالمقطع الأول والثانيـــة متحركة فتلحق بالمقطع الثاني ، /ع ـَــ د/ ، /د ـَــَــ د/ .

٤ . ٤ . الفوقطعي Prosody

هذا المصطلح يستخدم أحياناً مرادفاً لكلمة إنجليزية أخرى هي suprasegmental والأول أشمل من الآخر . وكلاهما يدل على الخصائص الصوتية التي تتجاوز الصوت نفسه مثل التنغيم pitch / intonation والنبر stress وسرعة الكلام tempo . فالتنغيم ذو علاقة بتردد الرقيقتين الصوتيتين أثناء الكلام ، فقد يكون التنغيم للجملة إما:

١) صاعداً ، أو

٢) هابطاً ، أو

٣) مستوياً .

ويؤثر التنغيم على معنى الجملة . فعندما يكون صاعداً ، فغالباً ما تكون الجملة استفهامية . وعندما يكون هابطاً ، تكون الجملة خبرية . لاحظ الفرق بين الحالتين عند نطق جملة مثل "الزجاج مكسور" بتنغيم صاعد فإننا نستفهم من السامع ما إذا كان هذا الخبر صحيحا أما عند نطقه بتنغيم هابط فإننا نخبره بالحدث .

أما النبر فإنه يكون على المقطع أو الكلمة . وتختلف اللغات في استخدامها للنبر . ففي الإنجليزية يؤدي النبر إلى تغيير المعنى فهو بذلك فونيميا . إذ إن كلمة مثل decrease يمكن أن تكون اسماً أو فعلاً بناء على موقع النبر فيها . فعندما يكون النبر على المقطع الأول de فإنها تكون اسماً، وعندما يكون على المقطع الثاني crcase

فإنها تكون فعلاً . وهناك حالات مشابهة لذلك في العربية فهناك فرق بين نطق كلمة يزيد في الجملتين الآتيتين :

يزيد طويلٌ

يزيد محمد الكيل

فنجد أن النبر يقع على المقطع الأول /ي ـَـ/ من "يزيد" وهي اسم في الجملة الأولى . بينما يقع النبر على المقطع الثاني /ز ـِـ د/ من "يزيد" وهي فعل في الجملة الثانية . ورغم هذا الفرق في موقع النبر بين الكلمتين السابقتين إلا أننا لا نعتبر النبر في العربية فونيميا ذلك لأنه لا يفرق العرب بين الكلمتين بناء على موقع النبر وإنما ينطقونها هكذا في السياق . فلو قلت "يزيد" منفردة فإنها ستحمل كلا المعنيين أينما وضعت النبر .

والنبر في العربية له وتيرة شبه ثابتة . فهو يقع على الصائت الأول في الكلمة إذا كانت بقية الصوائت قصيرة ، وعلى الصائت الطويل إذا كان هناك صائت طويل واحد في الكلمة ، وعلى الصائت الطويل الأخير إذا كان هناك اكثر من صائت طويل في الكلمة .

وتستخدم كثير من اللغات النبر ، فتضعه على كلمة معينة في الجملة لبيان أهمية تلك الكلمة. فعندما نقول "كسر زيد الزجاج" ونضع نبراً عالياً على كلمة "زيد" فإننا نبين للسامع بأن زيداً هو الذي كسر الزجاج وليس أحد غيره . فقد يكون لدى المتحدث

علم بأن السامع يعلم بكسر الزجاج إلا أنه لا يعرف الفاعل . وعندما نضع النبر على الزجاج فإننا نؤكد للسامع بأن المكسور هو الزجاج وليس شيء غيره .

أما سرعة الكلام ، فإن الأصوات والكلمات تتغير مدتها بناء على سرعة كلام المتحدث . كما تتأثر السرعة بعدد الكلمات في الجملة . فعندما ننطق كلمة بمفردها فإن مدة نطقها تكون أطول من مدة نطقها عندما تكون في جملة مكونة من كلمتين ، ومدتها في الأخيرة أطول من لو كانت جزءا من جملة مكونة من أربع كلمات ، وهكذا .

٤. ٥. الخلاصة

في اللغة العربية ستة وثلاثون صوتاً منها ستة صوائت مفردة وصائتان مزدوجان. ثلاثة من الصوائت المفردة قصيرة ولكل منها نظير طويل .

وعدد الصوامت ٢٨ صامتاً ، ثلاثة عشر منها احتكاكياً والبقية تنطق بطرق مختلفة منها الأنفي والوقفي والتكراري والجانبي . كما أن المخرج اللثواسناني يستحوذ على عشرة صوامت بينما تتوزع البقية على عشرة مخارج أخرى تمتد من الشفتين إلى الحنجرة .

٥. الدراسات الأصواتية القديمة عن أصوات العربية

لا يستطيع أي دارس للصوتيات العربية تجاهل الدراسات القديمة عن الأصوات العربية والتي جعلت اللغة العربية من أوائل اللغات البشرية التي دُرست وحُددت مخارج أصواتها وطرق إخراجها . وبقيت هذه الدراسات مرجعاً ليس لغوياً فحسب وإنما دينياً . حيث لا يزال علماء التجويد يعتمدون على ما ذكرته الدراسات السابقة في تلاوتهم للقرآن الكريم . من هنا فإن الربط بين ما ذكر قديما وما تقوم به الدراسات الحديثة في هذا المجال ضروري لتكوين فكرة واضحة وشاملة لدى الدارس . لهذا رأيت أن أفرد فصلاً أقدم فيه عرضاً موجزاً للدراسات العربية القديمة في مجال الصوتيات ومقارنتها مع المعطيات الحديثة .

تعد اللغة العربية من أقدم اللغات الحديثة . إذ يقدر عمرها بألف وستمائة سنة[١] إذا ما قورنت بكثير من اللغات الحية الأخرى . فالإنجليزية المعاصرة مثلاً ، لا يتجاوز عمرها أربعمائة سنة .

ولقد اهتم متحدثو العربية بلغتهم فحافظوا على خصائصها الدلالية والنحوية والصوتية ، وبلغ هذا الاهتمام ذروته مع ظهور الرسالة المحمدية ونزول القرآن الكريم. فوُضعت دراسات تفصيلية عن أصوات اللغة العربية بعد أربعة قرون من ظهورها . أدت هذه الدراسات إلى حفظ السمات الرئيسية لأصواتها . فرغم ما

---

[١] آل ياسين ، ١٤٠٠هـ .

اعترى أصوات العربية من تغيرات تتجلى في الأصوات القائمة في اللهجات العربية الآن ، إلا أننا لا نزال نملك ما كُتب عن الأصوات العربية قبل أكثر من ألف ومائتي سنة .

ولعل الدين هو الدافع الرئيس الذي جعل اللغويين القدامى يهتمون ذلك الاهتمام بأصوات اللغة العربية . إذ كان الخوف من تأثير اللغات الأخرى التي انضم أهلها للإسلام واندمجوا في مجتمعه العربي على اللغة العربية وقراءة القران الكريم قراءة صحيحة بإعطاء المخارج الصوتية حقها هو المحرك لقيام الدراسات التي قامت لتحديد خصائص الأصوات العربية .

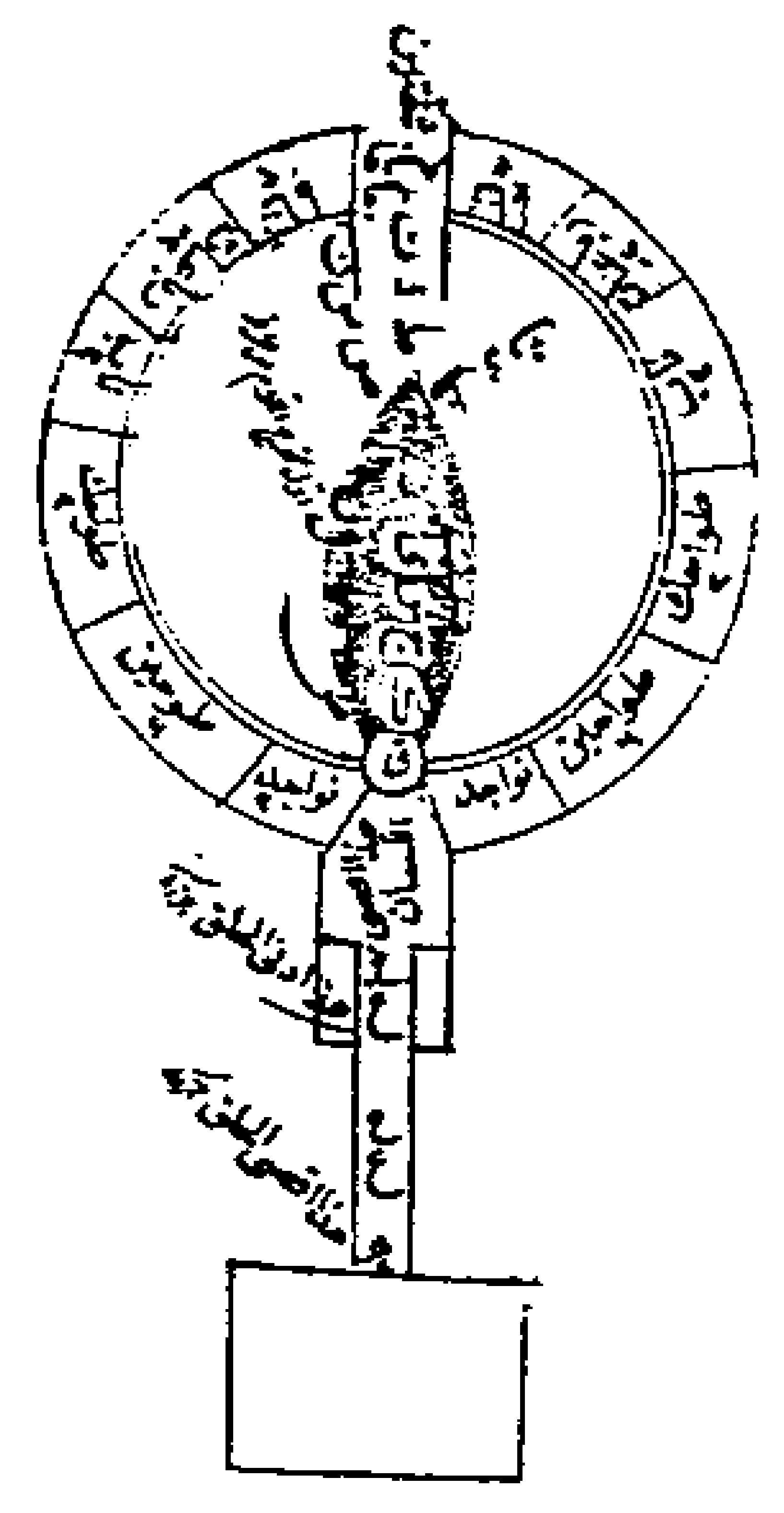
ويعود الفضل في حفظ الأصوات العربية إلى عوامل عديدة برزت في أفراد منحوها وقتهم وجهدهم ليدونوها في دراساتهم خدمة للأجيال القادمة . وكان من أبرز من اهتم بأصوات اللغة العربية : أبن أبي إسحاق الحضرمي (المتوفي سنة ١١٧هـ ؟) والخليل بن أحمد (المتوفى سنة ١٧٤هـ ؟) وسيبويه (المتوفى سنة ١٨٠هـ) وابن جني (المتوفى سنة ٣٩٢ هـ ؟) وابن سيناء (المتوفى سنة ٤٢٨ هـ) ومكي ابن أبي طالب (المتوفى سنة ٤٣٧ هـ) . وأشهرهم عمر بن عثمان بن قنبر ، المكتنى بأبي بشر ، والملقب بسيبويه . وسبب شهرته تأليفه كتابه المعروف بـ *الكتاب* الذي هو أقدم المراجع عن أصوات اللغة العربية . ورغم ظهور كتاب *العين* للخليل قبل *الكتاب* إلا

أنه لم يشتمل على وصف أصواتي شامل لأصوات العربية إضافة إلى أن ثبوت نسب النسخة الموجودة الآن بين أيدينا إليه مشكوك فيه .

٥. ١. جهاز النطق

وصف العلماء العرب جهاز النطق كما رسموا أعضاءه . وكان من أبرزها : الحلق ، واللهاة ، والحنك ، والغار ، واللثة ، واللسان ، والأنف ، والشفتان ، والأسنان، والجوف (الشكل ٥. ١.) .

ومعظمها يتوافق مع ما ذكرناه في الفصل الثالث ، إلا أن البعض الآخر لم يكن واضحاً . فالجوف على سبيل المثال غير محدد ، ولو أن بعضهم قال بأنه الخلاء داخل الفم ، ولكنه يبقى غير محدد المكان . ولم يُوضح دور الرقيقتين الصوتيتين ولا دور لسان المزمار .



الشكل ٥ـ ١.

رسم لجهاز النطق لعبد الدائم بن علي الأزهــري ، يعــود للقــرن التاسع الهجري (عن الحمد ، ١٤٠٦ هـــ) .

	Bilabial شفتاني	Labiodental شفوي أسناني	Interdental بين أسناني	Alveodental لثوي أسناني	Alveopalatal غاري لثوي	Palatal غاري	Velar طبقي	Lab-velar شفوي طبقي	Uvular لهوي	Pharyngeal حلقي	Glottal حنجري
Nasal غني	m م			n ن							
Stop شديد	b ب			t ت d د	ʒ ج		k ك		q ق		ء
Emphatic Stop*				dˤ ط							
Fricative رخو		f ف	θ ث ð ذ	s س z ز	ʃ ش				χ خ ʁ غ	ħ ح	h هـ
Emphatic fricative**			ðˤ ظ	sˤ ص							
Affricate مزجي										ʕ ع	
Glide انزلاقي						j ي		w و			
Lateral جانبي				l ل							
Lat-fric-emph***				ɮˤ ض							
Trill تكراري				r ر							

الجدول ٥ . ١ . أصوات العربية كما ورد وصفها في كتب التراث (* تعني مفخم شديد ، ** مفخم رخو ، *** جانبي مفخم رخو) .

وحيث إن الكتابات القديمة افتقرت للدقة في معرفة الأجزاء الداخلية لجهاز النطق وخصوصاً الحلق والحنجرة ، وهم معذورون في ذلك نظراً لتأخر علمي التشريح ووظائف الأعضاء والعلوم بشكل عام في تلك العصور عما هي عليه الآن ، فإننا لا نتوقع أن تكون دقة وصف مخارج الأصوات وطرق إخراجها مساوية للدقة القائمة الآن . فإذا كان العضو مجهولا أو كان دوره في إخراج الأصوات مجهولاً فإننا نتوقع الخطأ في تحديد مخرج الصوت أو طريقة إخراجه نتيجة لذلك . هذا الحكم ليس ذماً فيما كتبه الأوائل فنحن نفخر بما وصلوا إليه في عصرهم ، إلا أن ذلك لم يعد يعني التسليم بكل ما ذكروه في كتبهم .

٥ . ٢ . الأصوات اللغوية

قسّم الباحثون القدامى الأصوات اللغوية إلى قسمين : الأول ، الأصوات الجامدة والتي يقابلها في المصطلح الحديث الصوامت **consonants** ، الثاني ، الأصوات الذائبة ، والمعروفة حديثاً بالصوائت **vowels**. وفي ما يلي ذكر تصنيفات كل قسم وفروعه .

٥ . ٢ . ١ . الأصوات الجامدة

سميت كذلك لأنها لا تذوب ولا تمتد وهي جميع الأصوات العربية الثمانية والعشرين ما عدا الأصوات الذائبة الستة ، بيد أن الألف اعتبر من الأصوات الجامدة

عند بعضهم ويبدو أن اللبس وقع نتيجة لوجود الألف كأحد حروف الأبجديـــة . وقــد صنف العلماء العرب الأصوات الجامدة من حيث مخارجها وكيفية إخراجها كما يلي :

٥. ٢. ١. ١. مخارج الحروف

رتب اللغويون القدامى الأصوات الجامدة حسب مخارجها . فبدءوا بالأصوات التي تخرج من أقصى الحلق لينتهوا بتلك التي تخرج من الشفتين. فكانت المخارج كالتالي :

- أقصى الحلق : /ء/ ، /هـ/
- وسط الحلق : /ع/ ، /ح/
- أدنى الحلق : /غ/ ، /خ/
- أقصى اللسان وما فوقه من الحنك : /ق/
- أسفل موضع القاف من اللسان قليلاً وما يليه من الحنك : /ك/
- وسط اللسان وما يليه من الحنك :/ج/ ، /ش/ ، /ي/
- حافة اللسان / طرف اللسان وما فويق الثنايا / أصول الثنايا[٢] : /ض/ ، /ل/، /ن/، /ر/ ، /ط/ ، /د/ ، / ت/ ، /ز/ ، /س/ ، /ص/
- طرف اللسان وأطراف الثنايا :/ ظ/ ، /ذ/ ، /ث/

---

[٢] استخدم الخط المائل (/) منفرداً للدلالة على أن الكلمة أو الكلمات السابقة له واللاحقة به تعطي نفس المعنى أو أي منها صحيح .

- باطن الشفة السفلى وأطراف الثنايا العليا : /ف/

- بين الشفتين : /ب/ ، /م/ ، /و/

٥. ٢. ١. ٢. كيفية النطق

تحدث علماء اللغة عن نوعين من الصفات : صفات مميّزة وصفات محسّنة . فالمميزة هي التي تميز صوتاً عن آخر أو ما يعرف حالياً بالفونيم ، والمحسنة هي التي تحسن الصوت دون أن تميزه عن غيره ، أي تجعل منه الوفون دون أن تخرجه من إطاره الفونيمي . فمن الصفات المميزة ما يلي :

٥. ٢. ١. ٢. ١. الجهر

يصف البعض الأصوات المجهورة بأنها تتميز بالشدة أو القوة في صوتها ، ويصفها آخرون بأنها الأصوات التي تخرج من الصدر . وهي : /ء/ ، /أ/ ، /ع/ ، /غ/ ، /ق/ ، /ج/ ، /ي/ ، /ض/ ، /ل/ ، /ن/ ، /ر/ ، /ط/ ، /د/ ، /ز/ ، /ظ/ ، /ذ/ ، /ب/ ، /م/ ، /و/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٢. الهمس

يصفون الأصوات المهموسة بأنها الأصوات الضعيفة أو التـــي لا تخـــرج مـــن الصدر ولكنها تخرج من مخارجها في الفم . وهـــي : /هـــ/ ، /ح/ ، /خ/ ، /ك/ ، /ش/ ، /س/ ، /ت/ ، /ص/ ، /ث/ ، /ف/ .

٥٠٢٠١٠٢٠٣٠ الشدة

هي أن يُمنع النَّفَس من أن يجري مع الصوت في الفـــم . وهـــي : /ء/ ، /ق/ ، /ك/ ، /ج/ ، /ط/ ، /ت/ ، /د/ ، /ب/ .

٥٠٢٠١٠٢٠٤٠ الرخاوة

وهي أن يُسمح بمرور النَّفَس أثناء نطق الصوت . وهـــي : /هـــ/ ، /ح/ ، /غ/ ، /خ/ ، /ش/ ، /ص/ ، /ض/ ، /ز/ ، /س/ ، /ظ/ ، /ث/ ، /ذ/ ، /ف/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٥. بين الشدة والرخاوة

الصوت الوحيد الذي اعتبروه ليس بشديد ولا رخو هو /ع/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٦. الغنّة

وهي جريان الصوت من الأنف . وصوتا الغنة هما : /ن/ ، /م/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٧. التكرار

وهو ارتعاد طرف اللسان ، والصوت الذي يتسم بهذه الخاصية هو /ر/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٨. الانحراف

وهو انحراف مخرج الهواء مع جانب اللسان ، وينطبق على /ل/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٩. اللينة

ويتسع مخرج الأصوات اللينة أكثر من اتساع مخارج الأصوات الأخرى ، وهـــذا ينطبق على صوتي /ي/ ، /و/ .

٥. ٢. ١. ٢. ١٠. الهاوي

وهو الصوت اللين الذي يتسع فيه تجويف الفم ، وهو الألف .

٥. ٢. ١. ٢. ١١. الإطباق

الإطباق عكسه الانفتاح . وهو ارتفاع مؤخر اللسان حتى يقترب من الحنك أثناء نطق الأصوات المطبقة . والأصوات المطبقة هي : /ص/ ، /ض/ ، /ط/ ، /ظ/ . أما الأصوات المنفتحة التي تقابل الأصوات المطبقة /ص/ ، /ط/ ، /ظ/ فهي : /س/ ، /د/ ، /ذ/ ، على التوالي . وجعل بعضهم الاستعلاء والإطباق والتفخيم لها السمة نفسها . وجعل الآخرون خاصية الإطباق والانفتاح ملازمة لأصوات بعينها لا تنفك عنها ، أما الاستعلاء أو التفخيم وما يقابلهما فيختصان بحالات تصاحب بعض الأصوات ، كما هي الحال مع اللام في لفظ الجلالة ، وهي بهذا تكون من الصفات المحسنة .

٥. ٢. ١. ٣. الصفات المحسنة

من الصفات المحسنة القلقلة ، والصفير ، والتفشي ، والاستطالة ، والانحراف ، وغيرها . هذه الصفات لا تهمنا كثيراً في هذا المقام كما سبق وأشبعها الدكتور غانم الحمد (١٤٠٦هـ) تحليلاً وتحقيقاً .

٥. ٢. ٢. الأصوات الذائبة

وهي الأصوات التي تذوب وتلين وتمتد . وهي الألف ، والفتحة ، والواو المضموم ما قبله ، والضمة ، والياء المكسور ما قبلها ، والكسرة . وتعرف هذه الأصوات حالياً بالصوائت ، كما سبق ذكره في الفصل الرابع.

٥. ٣. الاختلاف

إذا حاولنا تفسير المصطلحات القديمة ووضع مقابلات لها من المصطلحات الحديثة . فإننا سنخرج بتصنيف موضح في الجدول ٥. ١. وللمقارنة فإننا وضعنا جدولاً آخر يمثل تصنيف اللغويين المعاصرين لأصوات اللغة العربية الفصيحة المعاصرة معروضاً في الجدول ٤. ٥.

عند مقارنة الجدولين المذكورين آنفاً ، نجد اختلافاً واضحاً في الأصوات التالية : /ط/ ، /ض/ ، /ج/ ، /ق/ ، /ع/ ، /ء/ . فما هي حقيقة هذا الاختلاف ؟ هنالك ثلاثة احتمالات للإجابة على هذا السؤال وهي :

١. أن وصف اللغويين القدامى كان دقيقاً ومطابقاً للمصطلحات الحديثة ولكن الأصوات الستة المذكورة أعلاه تغيرت مع مر العصور .
٢. أن المصطلحات التي استخدموها مطابقة للمصطلحات الحديثة ، ولكن وصفهم لم يكن دقيقاً للأصوات الستة . وهذه الأصوات لم تتغير .

٣. أن المصطلحات التي استخدموها لا تطابق المصطلحات الحديثة .

ولنبدأ بالاحتمال الثالث ، فنقول إن هذا الاحتمال غير ممكن وذلك لأن الأصواتيين المحدثين عندما يقومون بتصنيف الأصوات اللغوية فهم لا يفعلون ذلك لدراسة أصوات لغة بعينها كالإنجليزية ، مثلاً ، ولكنهم يطمحون لوضع سمات عامة يمكن أن تصف أصوات أية لغة بشرية . بمعنى أن كل سمة يندرج تحتها أصوات من لغات شتى ولكنها تتفق جميعا في تلك الخاصية . وكل سمة أو خاصية تجمع مجموعة من الأصوات تخضع للتجارب المعملية لتأكيدها أو نفيها . ومثال ذلك ظهور السمة plosive وتعني " انفجاري" التي أطلقت على الأصوات الشديدة /الوقفية . ثم اتضح أن العلاقة بين هذه الكلمة وما يحدث أثناء نطق مجموعة الأصوات التي تندرج تحت هذه الاسم ليست دقيقة ، فاستبدلت هذه الكلمة بكلمة stop والتي تعني "وقف" ، أي وقف انسياب الهواء إلى الخارج عن طريق الفم . وأصبحت هذه الصفة تطبق على بعض الأصوات مثل /ب/ ، /ت/ ، /ك/ .

والمثال الثاني هو استخدام كلمتي fortis و lenis اللتان تعنيان حرفياً 'شديد' و 'رخو' ، على التوالي . واستخدمتا للدلالة على الهمس والجهر ، على التوالي أيضاً. إلا أن التجارب المعملية أثبتت أن الأصوات المجهورة ليس لها علاقة بالرخاوة كما أن الأصوات المهموسة ليس لها علاقة بالشدة . فاستبدلتا بالكلمتين voiceless و voiced . وتعني الأولى عدم تذبذب الرقيقتين الصوتيتين والعكس في الثانية .

ونستطيع القول إن لدينا من الكلمات الدقيقة الحديثة ما تجعلنا نصنف أصوات أية لغة وأن التصنيف القائم الآن دقيق وشامل . هذا يعني أننا نستطيع أن نفسر التصنيف القديم للأصوات العربية ؛ وأن التصنيف القديم يشترك مع التصنيف الحديث فيما عدا الأصوات الستة المذكورة ؛ وأنه لا يمكننا إيجاد مسميات حديثة علمية ودقيقة لتضم تفسير التصنيف القديم دون استثناء . وبهذا يكون الاحتمال الثالث غير وارد .

أما الاحتمال الثاني ، فيمكن القول بصحة الفقرة الأولى منه ، وهي أن المصطلحات التي استخدموها مطابقة للمصطلحات الحديثة . إلا أنه من الصعب القول بأنهم لم يكونوا دقيقين في وصفهم للأصوات الستة . ذلك لأن الباحث في كتب التراث يجد منهجية علمية في الوصف والمقارنة والاستنتاج تجعل من الصعب أن يكون هناك خطأ في الوصف . إضافة إلى أن الذين أسهموا في الكتابة في هذا المجال كثر وفي عصور مختلفة إلا أنهم كانوا متفقين على وصف موحد للأصوات الستة المذكورة .

هناك صوتان فقط يمكن القول بعدم الدقة في وصفهما وهما /ء/ ، /ع/ . فبالنسبة للهمزة ، فإن الخلاف قائم الآن بين الأصواتيين المحدثين في وصف هذا الصوت . فللهمزة وضعها الخاص بها ، إذ إن مخرجها من الحنجرة ومن ثم فإنه لا يمكن أن يكون هناك صوت شديد ومجهور ويخرج من بين الرقيقتين الصوتيين . فهما لا يستطيعان التذبذب ووقف جريان النفس في الوقت ذاته ، ووضع الرقيقتين الصوتيتين أثناء نطق الهمزة مختلف عنه عند نطق الأصوات المهموسة الأخرى .

فعند نطق الأصوات المهموسة تكون الرقيقتان الصوتيتان متباعدتين . أما عند نطـــق الهمزة فإنهما متقاربتان لدرجة تنغلق فيها فتحة المزمار . فإذا كان تصنيفنا للأصـــوات المجهورة بأنها الأصوات التي تكون فيها الرقيقتان الصوتيتان متقاربتين إلـــى درجـــة تسمح بتذبذبهما ، وأن الأصوات المهموسة هي التي تكون فيها الرقيقتان الصوتيتـــان متباعدتين ، فإن صوت الهمزة له وضع فريد بين الأصوات المهموسة والمجـــهورة ، ولا نستطيع أن نجزم بأنه ينضم إلى إحدى المجموعتين . ولهذا السبب نجد من يضيف سمة ثالثة للجهر والهمس وهي الأصوات "غير المجهورة" unvoiced [٣] . والصـــوت الوحيد غير المجهور هنا هو الهمزة . ونظراً لعدم معرفة اللغويـــين القدامـــى بـــدور الرقيقتين الصوتيتين في النطق واللتين هما مخرج الهمزة ، فإننا نتوقع أن يكون هنـــاك خطأ في وصف هذا الصوت .

أما بالنسبة للعين فإن مخرجها من الحلق ومن ثم كان من الصعب إعطاء كيفيـــة إخراجها وصفاً دقيقاً . كما أنهم لم ينفوا عنها الشدة أو الرخاوة وإنما جعلوها بينـــهما . والتجارب الحديثة تبين أنها صوت احتكاكي / رخو .

وإذا ما استثنينا الهمزة والعين ، فإنه يبدو أن الاحتمال الأول هو الأقرب للصحـــة وذلك لأسباب عدة وهي :

---

[٣] وبهذا تكون المصطلحات الإنجليزية ثلاثـــة voiced, voiceless, unvoiced وتعنـــي مجـــهور ، ومهموس ، وغير مجهور . لاحظ أن المصطلحين الأخيرين لهما نفس المعنى ورغم هـــذا اســـتخدما فقط للتفريق بين الهمزة وبقية الأصوات المهموسة .

١. إن التغير في بعض أصوات اللغة العربية بدأ يظهر بالفعل منذ بدأ اللغويون القدامى كتاباتهم وقد أشاروا إلى ذلك في كتبهم .

٢. قلة عدد العرب مقارنة بالمسلمين الأعاجم بعد توسع الدولة الإسلامية ؛ مما جعل من الصعوبة المحافظة على الأصوات العربية كما هي عبر الأجيال . فبدأ التأثر يظهر على الأصوات الصعب نطقها على الأعاجم مثل :/ض/، /ط/ ، /ق/، /ج/ .

٣. إن الأصوات تغيرت إلى الأسهل . فالصوت المهموس أسهل على الناطق من المجهور خصوصاً إذا كان هذا الصوت مطبقاً أو مفخماً ، فتحول الصوتان المجهوران /ط/ ، /ق/ إلى صوتين مهموسين مع الإبقاء على مخرجهما . كما أن الصوت الغاري الاحتكاكي أسهل من الشديد . فتحول /ج/ من شديد إلى مركب ، كما هو في نجد ، ورخو كما هو في الشام ، وانزلاقي كما هو في الخليج العربي .

ومن ثم فالذي يبدو أن الأصوات الأربعة /ق/ ، /ج/ ، /ط/ ، /ض/ قد تغير نطقهم ليس فقط في اللهجات العربية المتعددة ولكن حتى في أصوات اللغة العربية الفصيحة الحديثة Modern Standard Arabic .

أما بقية الأصوات من صوامت وصوائت فيبدو أنها حافظت على مخارجها وطريقة إخراجها .

٥ . ٤ . إحياء الصفات الميتة

نتساءل ونحن أمام هذا الاختلاف بين النظام الصوتي القديم والنظام الصوتي الحديث للغة العربية : هل هذا الاختلاف يشكل معضلة بالنسبة للناطقين بالعربية ؟

الجواب أنه يشكل فعلاً معضلة لأسباب عدة منها :

أولاً : اللغة العربية لغة دين إضافة إلى كونها لغة تخاطب . ولكون غالبية المتحدثين باللغة العربية مسلمين ، فإن إيجاد نظامين صوتيين مختلفين يشكل عبئاً على المتحدث العربي ، إضافة إلى إيجاد فاصل بين لغة القرآن واللغة اليومية المتداولة .

ثانياً : تسير الأبحاث في مجال التخاطب باللغة العربية مع الحاسب الآلي بخطى حثيثة. ويجد العاملون في هذا المضمار صعوبة في معرفة النظام الصوتي العربي . فالنظام الصوتي القديم لم يدرس دراسة تجريبية متكاملة . والنظام الصوتي الحديث غير متفق عليه ويشكل فجوة بين علماء التجويد واللغويين .

ثالثاً : من أسماء اللغة العربية "لغة الضاد" ووجود الضاد بالهيئة الموضحة في الجدول ٤ . ٣ . لا يعبر عن الضاد العربية الأصيلة . ومن ثم فإن إحياءه يعد إحياء لسمة كانت تميز اللغة العربية عن بقية اللغات .

ومن هنا أرى ضرورة إعادة الصفات التي فقدتها بعض أصوات اللغة العربية وذلك للأسباب المذكورة أعلاه . وهذا الأمر لن يكون من الصعوبة بمكان . فإذا استطاع اليهود إحياء لغة ماتت ولم يبق من يتحدث بها وأعيد بعثها من جديد بما في

ذلك نظامها الصوتي . فهل نعجز عن إعادة بعض الصفات إلى بعض الأصوات العربية ؟ فمع زيادة الوعي عند العربي وإدخال علم الصوتيات الحديث إلى المدارس والجامعات العربية وتطور علم التخاطب مع الحاسب الآلي فإنني أتوقع أن يأتي يوم ليس ببعيد نجد فيه النظام الصوتي الذي نستخدمه في حياتنا اليومية هو النظام نفسه المذكور في كتب التراث .

ومن الطريف أنه قد ينتشر قريباً نظام حاسوبي يمكن الإنسان من إنجاز الكثير من أعماله عن طريق هاتف مرتبط بحاسوب يسمح بالتخاطب معه صوتياً. ويكون هذا النظام مبرمجاً لاستخدام لغة طبيعية[٤] . فإذا كان الإنسان قد علم الحاسوب لغة حاسوبية وبرامج تحليلية واستنتاجية في غاية الدقة ، فإنني لا استبعد أن يأتي الدور على الحاسوب الذي يتحدث اللغة العربية بنظامها الصوتي القديم ، وعندها فإن هذه الآلة ستجبر المتعامل معها بأن يستخدم اللغة نفسها والنظام الصوتي نفسه . ومن هنا يتحتم علينا تعديل نظامنا الصوتي ليتفق مع نظام الأصوات العربية القديم .

---

[٤] تسمى اللغة البشرية التي يستخدمها الإنسان في التخاطب "لغة طبيعية" natural language ، وهذا عكس اللغات الحاسوبية كلغة سي C Language مثلاً والتي تستخدم في التخاطب مع الحاسوب بغرض البرمجة لتنفيذ أوامر محددة .

٥. ٥. الخلاصة

هناك اختلاف بين ما يسميه اللغويون المحدثون بالنظام الصوتـــي للغــة العربيــة المعاصرة وبين النظام الصوتي الذي ذكره اللغويون القدامى . ويكمن الاختلاف فـــي /ء/ ، /ع/ ، /ق/ ، /ج/ ، /ط/ ، /ض/ . ويبدو لي أن وصف القدامى للصوتين /ء/ ، و /ع/ ، لم يكن دقيقاً وهو ليس موضع خلاف يذكر عند الأصواتيين المعاصرين . أما الصوتان : /ق/ ، /ط/ فقد فقدا خاصية الجهر . بينما أصبح /ج/ مركباً ، والـــ /ض/ شديداً .

وهذا التغيير ليس كلياً وإنما في صفة واحدة فقط لكل صوت ، ويمكن إعادتها عن طريق التعليم والوعي بعلم الصوتيات .

٦. الصوتيات الأكوستية

كان حديثنا في الفصول السابقة عن الصوتيات النطقية . ومن المناسب الآن أن نتعرف على موجات أصوات اللغة أو أكثر دقة "الصوتيات الأكوستية" . وهو علم أقرب إلى الفيزياء منه للعلوم الإنسانية . ويحتاج القارئ غير المتخصص إلى خلفية علمية في فيزيائية الصوت ؛ لهذا سأبدأ بتوضيح الأساسيات الفيزيائية للصوت ومن ثم ندخل إلى الفيزيائية المرتبطة فقط بالأصوات اللغوية .

٦. ١. الموجات الصوتية

يوجد حولنا كم هائل من الموجات الصوتية . منها ما نسمعه ومنها ما لا نسمعه لأن الأذن البشرية محدودة بتردد وشدة لا يمكّنها تركيبها الوظيفي أن تتجاوزه . فالمحطات الإذاعية والتلفزيونية ونظم الاتصالات المختلفة وبعض الكائنات الحية ترسل كماً هائلاً من الموجات الصوتية إلى الهواء المحيط بنا إلا أننا لا ندرك كثيراً منها .

ورغم كثرة الموجات الصوتية التي لا نسمعها إلا أن هناك موجات أخرى عديدة تشعر بها الأذن البشرية ونسمعها . منها أزيز الطائرات وضجيج السيارات والمكيفات الهوائية وأصوات الرعد والرياح وأمواج البحر وشلالات المياه .

وتشترك جميع الموجات الصوتية في خواص مشتركة منها : أنها تثير جزيئات الوسط الذي تنشأ فيه[1] مما يمكنها من الانتقال من مكان إلى آخر . كما أن الموجة الصوتية تحتاج إلى نوع من أنواع الطاقة المُولِّدة لها . فجرس الباب الكهربائي يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية/ميكانيكية والطاقة الحركية إلى موجات صوتية . فالصوت إذن شكل من أشكال الطاقة . وعندما تسقط كتاباً على الأرض فإنه يصدر صوتاً . فالسقوط هنا طاقة حركية تحولت إلى اضطراب الهواء المحيط بمكان سقوط الكتاب فنشأ الصوت .

وتُشبِّه كتب الفيزياء الموجات الصوتية بالتموجات التي تظهر على سطح الماء عندما نلقي حجراً في بركة . إذ إن التموجات تنتقل من موضع إلقاء الحجر إلى أطراف البركة دون أن تنتقل معها جزيئات الماء ، ويُبرهن على ذلك بأن لو وضعنا قطعة من الفلين على سطح الماء ثم ألقينا حجراً في البركة لوجدنا أن التموجات تمر من تحت قطعة الفلين دون أن تنقل التموجات معها قطعة الفلين ، مما يؤكد أن جزيئات الماء تدفع الجزيئات المجاورة إلى الحركة دون أن تنتقل أي منها من مكانها . فالحركة هنا ناتجة عن تقارب الجزيئات (زيادة الضغط) ثم تباعدها (انخفاض الضغط) . وهذا ما يحدث أيضاً في حالات المادة المختلفة (صلبة ، سائلة ، غازية) .

---

[1] تنتقل الموجات الصوتية في جميع حالات المادة : الصلبة والسائلة والغازية .

أما بالنسبة للأصوات اللغوية فإن الوسط الذي تنتقل فيه غالباً ما يكون الهواء وذلك لسبب بسيط وهو أن الهواء هو الوسط الذي يعيش فيه الإنسان وهو المادة التي يستخدمها لإخراج الأصوات اللغوية . ولا يمكن رؤية الموجات الصوتية بالعين المجردة في الهواء أو أي وسط آخر وذلك لترددها العالي ولصغر جزيئات المادة .

قلنا أنه لابد من وجود طاقة ما ليتم تحويلها إلى صوت ، وغالباً ما تكون هذه الطاقة طاقة حركية . فعازف العود مثلاً يقوم باستخدام يده التي هي طاقة حركية هنا للضرب على الأوتار التي تولد بدورها موجات صوتية. وقلنا في الفصل الأول أن الهواء الخارج من الجهاز التنفسي هو مصدر الطاقة لجهاز صوت الإنسان . هذا الهواء ينتج كما ذكرنا سابقا عن طاقة حركية هي انكماش القفص الصدري .

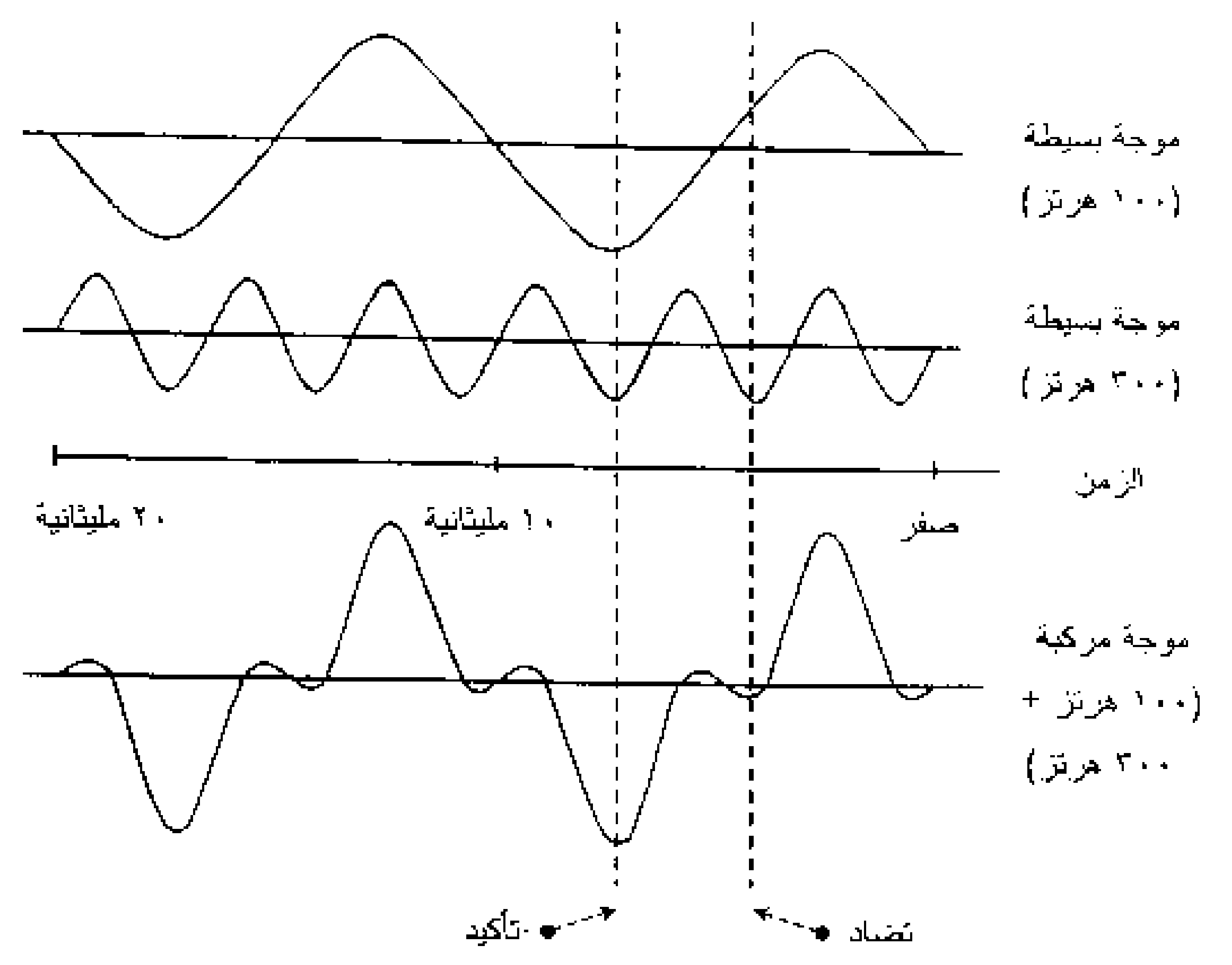
غالباً ما تستخدم الشوكة الرنانة للتعريف بكيفية صدور الموجات الصوتية . وتقاس الموجات الصوتية من حيث ترددها frequency وشدتها amplitude . فالتردد يعني عدد الذبذبات في الثانية الواحدة ويكون بالهيرتز Hertz أو ما يعرف اختصاراً بـ Hz فإذا قلنا بأن موجة كذا ترددها مائة هيرتز فإننا نقصد أن هناك مائة دورة في الثانية . أما الشدة فتقاس بالديسيبل decibel أو ما يعرف اختصاراً بـ dB وتعني مدى شدة الموجة . والمقياس الزمني للموجات الصوتية هو المليثانية millisecond ، وهي جزء من الألف من الثانية .

والموجات الصوتية ثلاثة أنواع هي :

١) الموجات المنتظمة البسيطة sine wave مثل الموجات الصادرة عـــن الشوكة الرنانة . إذ نجد أن لكل شوكة تـــردد محـــدد (١٠٠هـــيرتز ، ٢٠٠هيرتز، ٣٠٠ هيرتز ، وهكذا)

٢) الموجات المركبة complex wave وهي عبارة عن أكثر من موجـــة بسيطة واحدة لكنها مدمجة مع بعضها (الشكل ٦. ١.) .

٣) الموجات غير المنتظمة random/aperiodic noise ، وهذه موجـــات ليس لها نمط محدد في التردد كأصوات الشلالات والأمواج .



الشكل ٦ . ١ .

يبين هذا الشكل رسما لثلاثة ترددات مختلفة : الأول يمثل موجة بسيطة ترددها ١٠٠ هيرتز وشدتها عالية نسبيا . الثاني يمثل موجة أخرى بسيطة وترددها ٣٠٠ هيرتز وشدتها أقل من الأولى . الثالث يمثل موجة مركبة من الأولى والثانية . وتبين الخطوط الرأسية كيف تجمع ترددات الموجتين الأولى والثانية لتصبح مكونة للثالثة . لاحظ أن جميع الموجات منتظمة التردد ، ففي الثالثة يتكرر نفس التردد كل ١٠ مليثانية .

تمثل الخطوط المستقيمة في كل موجة الوضع المستقر للوسط الذي تنتقل فيه الموجة .

٦. ٢. الموجات الصوتية الخارجة من الجهاز الصوتي

من طبيعة الجهاز الصوتي عند الإنسان أنه يمكن أن يصدر أصواتا منذ الولادة . فالبكاء والضحك والصراخ إضافة للكلام تخرج كلها من الجهاز الصوتي . ولقد أشرنا في فصل سابق أن المصدر الأساس لمعظم الأصوات هو الحنجرة ، وبالتحديد الرقيقتين الصوتيتين . فالرقيقتان الصوتيتان تولدان ترددا منتظما يساوي عند الرجال ١٢٠ هيرتز . إلا أن هذه الموجات لا تخرج خارج الجهاز الصوتي كما تكون عند توليدها . إذ يعترضها الهواء الموجود داخل التجويف الحلقي والتجويف الفموي والتجويف الأنفي . هذه التجاويف تؤثر على التردد الأساس . هذا يعني أن التجاويف المذكورة تضفي على التردد الأساس سمات لم تكن موجودة فيه أصلاً . ولتوضيح ذلك ، نفترض أننا أخذنا وترا ووضعناه على آلة العود ، ثم أخذنا وترا آخر مطابقا له تماما ووضعناه على قيثارة مراعين في ذلك تساوي درجة الشد لكلا الوترين ، وضربنا على كل وتر على حدة . فإن الصوتين الصادرين عن الآلتين لن يكونا متساويين ، رغم أن تردد الوترين واحد . فالذي ميز بين الصوتين وأعطاهما نغمتين مختلفتين هو التجويف المختلف في العود عنه في القيثارة .

هذا يبين أن الرقيقتين الصوتيتين تقومان بإصدار التردد الأساس للصوت أما التجاويف التي تعلو الحنجرة فتقوم بعملية الرنين resonance . وينتج عن الرنين ما يعرف بالنطق الرنينية formants . إذ أن التجاويف التي تعلو الحنجرة تقوم برفع شدة

ترددات معينة وخفض شدة ترددات أخرى . فالترددات ذات الشدة العالية هي النطـــق الرنينية .

وسبق أن ذكرنا أن الجهاز الصوتي يتكون من ثلاثة تجاويف تعلـــو الحنجـــرة . ومن الثلاثة التجاويف تجويف ثابت لا يتغير وهو التجويف الأنفي . والتجويف الأنفـي يقتصر دوره اللغوي في إخراج الأصوات الأنفية[٢] فقط . أما التجويفان الأخران فغـــير ثابتي الشكل ، وذلك لوجود اللسان فيهما كعضلة قابلة للتغير في شكلهما وبالتالي تغيير شكل التجويفين الفموي والحلقي . هذا يعني أن النطق الرنينية الخارجة من الفم غـــير ثابتة التردد وذلك بناء على وضع اللسان داخل هذين التجويفين . فالنطـــاق الرنينـــي الأول مرتبط بقرب اللسان من الحنك ، فكلما كان اللسان قريباً من الحنك كلما انخفـض تردد النطاق الرنيني الأول . أما النطاق الرنيني الثاني فمرتبط بمؤخر اللسان ، إذ أنـــه كلما ارتفع مؤخر اللسان إلى أعلى كلما انخفض تردد النطاق الرنينـــي الثـــاني . أمـــا النطق الرنينية الثالثة فما فوق فذات علاقة بحجم وشكل الجهاز الصوتي والرأس بشكل عام (الشكل ٦. ٢.) .

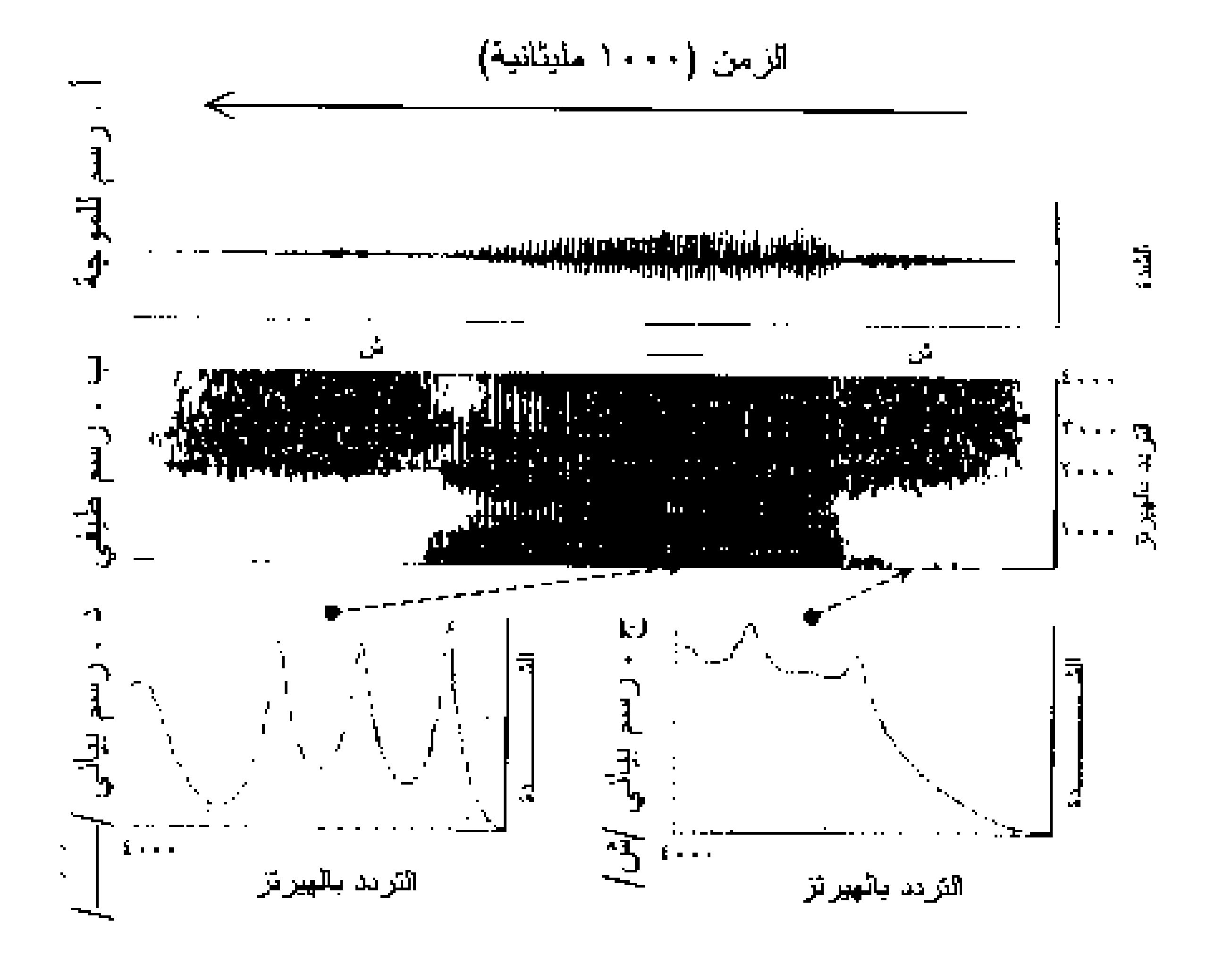
---

[٢] هناك أصوات تخرج من الأنف غير /ن/ و /م/ مثلما يحدث في بعض حالات الإدغام كمـــا في "من يعمل" إذ تنطق /م ـــــ ي ي ــــ ع م ــــ ل / ويكون الصوت /ي ي/ أنفي nasalized .

٦. ٣. أكوستية الأصوات اللغوية

بينا في الفصلين السابقين الأصوات اللغوية من حيث مخارجها والأعضاء التي تقوم بإخراجها . وقمنا بإيضاح تصنيفها بناء على مخارجها وطرق إخراجها . وفي هذا الفصل سنعرض لأصوات العربية مرة أخرى ولكن بتصنيف مختلف هذه المرة وبشيء من التفصيل ، معتمدين في ذلك على الخصائص الأكوستية للموجات الصوتية الصادرة عن كل صوت . إذ نجد أن كل مجموعة من الأصوات لها خصائص أكوستية متشابه بغض النظر عن مخارجها أو طريقة إخراجها . وسنعتمد على جهاز المطياف كوسيلة لتحليل الموجات الصوتية .

تقع ترددات الموجات الصوتية اللغوية بين الترددين ٥٠ هيرتز و١٠,٠٠٠ هيرتز تقريباً . وقد لا نحتاج إلى جميع هذه الترددات لفهم ما يقال أثناء إنصاتنا . فعلى سبيل المثال تستخدم مؤسسات الاتصالات الهاتفية نظماً تحصر التردد المرسل والمستقبل من المتحدثين عبر الهاتف بين ١٠٠ – ٤٠٠٠ هيرتز ، ولا نجد صعوبة تذكر في فهم ما نسمعه أثناء التحدث عبر الهاتف رغم غياب جزءاً كبيراً من الترددات الأكوستية المنقولة إلينا من المتحدث الآخر .



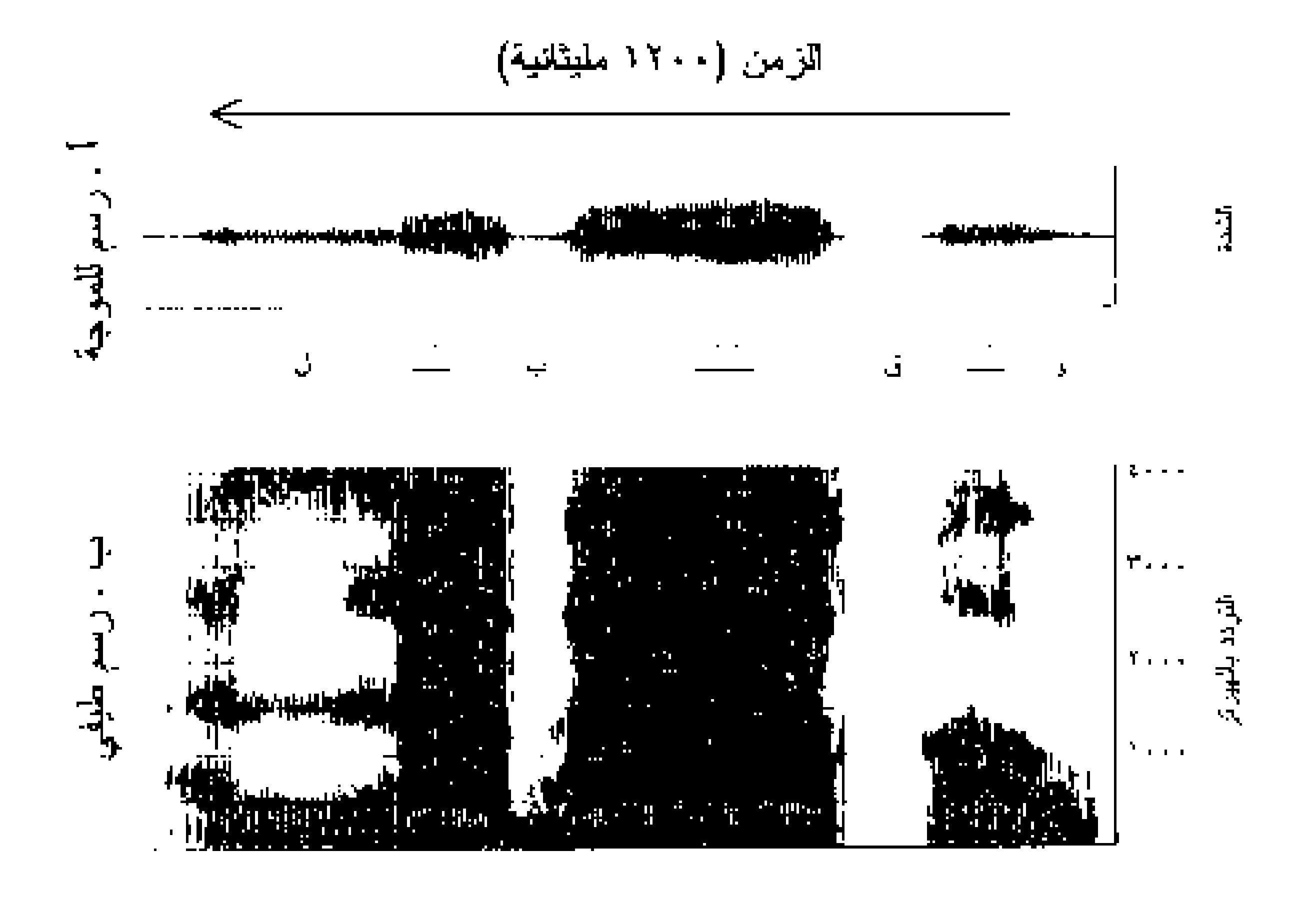
الشكل ٦. ٢.

تبين الرسوم أعلاه كيفية عرض وتحليل الموجـــات الصـوتيـــة للكلمـــة "شاش". ففي الشكل أ عرض مبسط للموجة الصوتية ، بينما يبين الشـــكل ب الرسم الطيفي لتلك الموجة . أما الشكلان ج و د فيبينان تردد وشـــدة الموجة في منتصف /ش/ و / ـــَـــ / ، على التوالي . فيبين الشـــكل ج كيف أن تردد /ش/ يقع فوق ٢٠٠٠ هيرتز . ويبيـــن الشـــكل د تـــردد النطق الرنينية حيث نجد أن تردد النطق الرنينية الأربعة الأولى كالتالي : ٦٠٠ ، ١٦٠٠ ، ٢٥٠٠ ، ٣٩٠٠ هيرتز ، على التوالي .

٦. ٣. ١. أصوات بدون صوت

قد تعجب من أن بعض أصواتنا اللغوية لا يُنتِج موجات صوتية . وإذا كان هنـــاك ترددات أثناء نطق هذه الأصوات فهي منخفضة وضعيفة ولا نعيرها اهتماماً يذكر أثناء سماعنا لها ، فلا يؤثر وجودها من عدمه على السامع . هـــذا يـــدل علـــى أن حالـــة الصمت، أي انعدام وجود الموجات الصوتية ، لها قيمة فونوتيكيـــة / أصواتيـــة لـــدى السامع . بمعنى آخر أن وجود فترة من الزمن دون ترددات صوتية أثناء الكـــلام لـــه دلالة أصواتية عند السامع ، وأن أمدها قد يغير الصوت الذي ندركه .

وتنحسر هذه الأصوات في الأصوات الوقفية / الشديدة . وسبب انعـــدام خـــروج موجات صوتية أثناء نطق هذه الأصوات هو أن الفم والأنف يكونا مغلقين أثناء نطقها، ومن ثم لا يوجد مخرج يخرج منه الصوت باستثناء الموجات الصادرة عن الرقيقتيـــن الصوتيتين والتي تخترق الجهاز الصوتي عندما يكون الصوت مجهوراً ، إلا أنها تكون ضعيفة جداً كما ذكرنا سابقاً . أما الأصوات المهموسة فلا يصدر عنـــها أي صـــوت (الشكل ٦. ٣.) .



الشكل ٦ . ٣ .

رسم لموجة الكلمة "وقابل" . ويلاحظ أنه لا يوجد تردد للصوت /ق/ لأنه صـــوت شديد ومهموس ، ونشاهد الشيء نفسه بالنسبة للصوت /ب/ فيما عدا تردد منخفض وضعيف وهذا يعكس بقية الأصوات الأخرى المعروضة تردداتها هنا .

٦. ٣. ١. ١. الأصوات الوقفية المهموسة

تظهر الأصوات الوقفية المهموسة خالية تماماً من الموجات الصوتية على الرسوم الطيفية (الشكل ٦. ٣.) فلا نستطيع التفريق بينها بمجرد النظر إلى مكـــان الصـــوت نفسه ، أو ما يسمى بفترة القفل closure . لهذا فالأصوات /ت/ ، /ك/ ، /ق/ ، /ء/ ، /ط/ . لها نفس الخصائص الفيزيائية.

ولكن ما الذي يجعلنا نميز بينها عند سماعها ؟ الواقع أننا لا نستطيع أن نميز بيـــن هذه الأصوات إلا بالاعتماد على الأصوات المجاورة لها ، فهي التي تحمـــل ســـماتها الأكوستية . هذه السمات تظهر بوضوح في النطق الرنينية للصوائت المجاورة .

نلاحظ في البداية أن هناك خاصية تشمل الجميع ، وهي أنه بالقرب من فترة القفل تظهر تغيرات في تردد النطق الرنينيـــة الانتقاليـــة format transition ، وهـــي المنطقة الواقعة بين صوتين ويظهر فيها تغير سريع لترددات النطق الرنينية . فنجد أن النطاق الرنيني الأول F_1 يأخذ تردده في الانخفاض في جميع الأصوات المذكورة عنـد الاقتراب من فترة القفل . وهذا يعطي مؤشراً بأن الصوت هنا هو صوت وقـف stop. أما النطاق الرنيني الثاني فإنه يبين مخرج الصوت . فعندما يكون على الـــتردد نفســـه فإنه يدل على أنه /ت/ أو /ط/ ، وعندما يكون أعلى من مستواه الأصلي في الصـــائت

فإنه يكون /ك/ أو /ق/[3] . أما الطاء فلأنه صوت مطبق[4] فإن تردد النطـــاق الرنينـــي الثاني يكون منخفضا ، ليس بالقرب من فترة القفل فقط ولكن في حالة الصائت ككل .

ويأتي بعد فترة القفل مباشرة ما يسمى بالإطلاق release وهي فترة تســاوي ١٠ مليثانية تقريبا . وهي ناتجة عن ابتعاد عضوي النطق اللذين قامـــا بـــإغلاق مجـــرى النفس . وينتج عن تباعدهما صوت حاد نسبيا . يلي الإطـــلاق مـــا يعـــرف بالهائيـــة aspiration ، وهي ناتجة عن اندفاع الهواء المضغوط داخل التجويف الفمـــوي إلـــى الخارج وتستمر من نهاية الإطلاق إلى بداية تذبذب الرقيقتين الصـوتيتيـــن . وتســـمى الفترة التي تقع بين بداية الإطلاق وبداية تذبذب الرقيقتين الصوتيتين ، بتوقيت بدايـــة التصويت voice onset time أو ما يعرف اختصاراً بـــ VOT . ولـــهذا التوقيـــت أهمية كبيرة للتفريق بين المجهور والمهموس . إذ أنه غالباً ما يكـــون توقيـــت بدايـــة التصويت في حالة المهموس بالموجب ، فنقول مثلاً أن توقيت بداية التصويـــت فـــي الصوت /ت/ هو +٣٠ مليثانية أما في الأصوات المجهورة فإنه يكون بالسالب ، فنقول أن توقيت بداية التصويت للصوت /ب/ هـــو ٨٠ مليثانيـــة . وذلـــك لأن الرقيقتيـــن

---

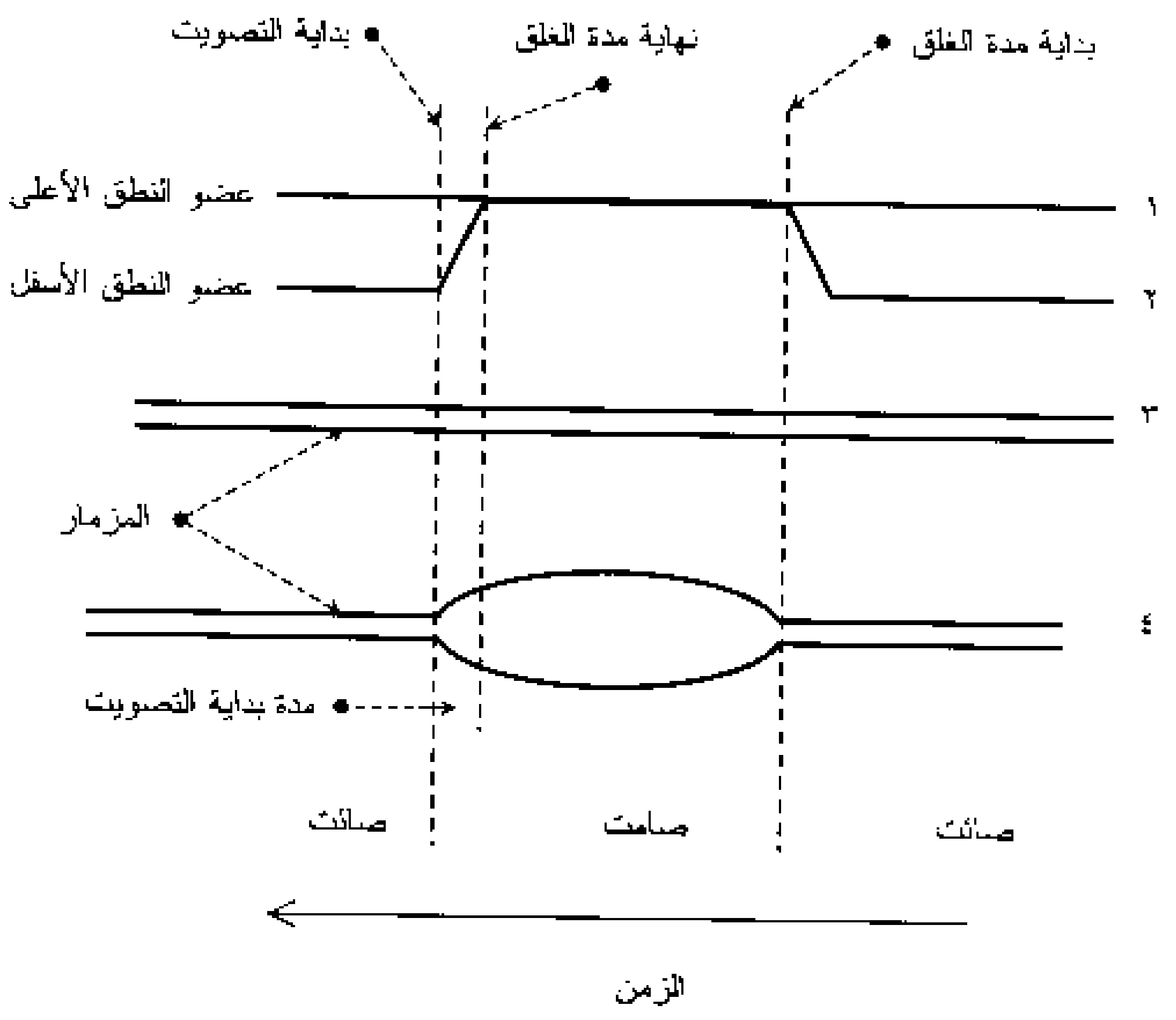
[3] هذه ليست دائما ثابتة فهي تتغير بناء على نوعية الصائت . والصائت الذي نتحدث عنه هنا هـــو الصائت المنخفض .

[4] ذكرنا بأنه في حالة نطق الأصوات المطبقة فإن مؤخر اللسان يكون مرتفعاً ، وهذا بالتالي يـــؤدي إلى خفض تردد النطاق الرنيني الثاني ، تماما كما هي الحال في الصائت الخلفي /ـــُـ/ .

الصوتيتين تبدآن بالتذبذب قبل الإطلاق في حالة الجهر أما الهمس فالعكس هو الصحيح . وتختلف اللغات فيما بينها في توقيت بداية التصويت ، إذ نجد أن جميع الأصوات الوقفية ، المجهورة والمهموسة ، في اللغة الإنجليزية ، على سبيل المثال ، ذات قيمة موجبة . بمعنى آخر أن الرقيقتين الصوتيتين تبدأان التذبذب بعد الإطلاق حتى في حالة الأصوات المجهورة . والشكل ٦. ٤. يبين كيف تتم عملية التوقيت بين الرقيقتين الصوتيتين وأعضاء النطق الأخرى ، والذي ينتج عنها توقيت بداية التصويت[5] .

---

[5] لتوقيت بداية التصويت أهمية كبيرة في التفريق بين الأصوات المهموسة والمجهورة ، سنذكرها في فصل إدراك الأصوات .



الشكل ٦. ٤.

رسم توضيحي يبين التوقيت بين حركة كل من الرقيقتين الصوتيتين وأعضاء النطق الأخرى . فالخط (١) يبين عضو النطق الأعلى ، والخط (٢) يبين العضو الأسفل ، والخطان في (٣) و (٤) يرمزان للرقيقتين الصوتيتين . فعند نطق الصامت /د/ أو /ت/ فإن اللثة ثابتة لا تتحرك أما اللسان فيأخذ في الارتفاع للالتقاء باللثة مشكلا بذلك غلقا كاملا لمجرى النفس . أما المزمار (الفتحة بين الرقيقتين الصوتيتين) فإن وضعيهما ثابتان في /د/ أي أنهما في وضع يتيح لهما التذبذب عند مرور الهواء بينهما (٣) ، أما في حالة /ت/ فإن المزمار يأخذ في الاتساع حالما تتم عملية الغلق في الفم ثم يضيق ليعود لوضعه السابق بعد أن تنتهي فترة الغلق ، لاحظ كيف تتم عملية قياس مدة بداية التصويت .

٦. ٣. ١. ٢. الأصوات الوقفية المجهورة

هناك شبه أكوستي كبير بين الأصوات الوقفية المجهورة والأصوات الوقفية المهموسة . والفرق بين هاتين المجموعتين – مجموعة الهمس ومجموعة الجهر – هو أنه يكون في المجموعة الأولى إطلاقٌ وهائيةٌ ، أما الثانية فلأن ضغط الهواء خلف المخرج لا يكون عالياً نسبياً كما هو الحال بالنسبة لأصوات المجموعة الأولى فإن الإطلاق يكون معدوماً أو ضعيفاً . وتنعدم الهائية في أصوات الجهر في اللغة العربية لأن الرقيقتين الصوتيتين تكونان في وضع التذبذب قبل الإطلاق وتستمران كذلك بعد الإطلاق . إلا أن ما يميز الأصوات المجهورة عن المهموسة هو وجود نبرات الرقيقتين الصوتيتين في تردد منخفض يساوي ٣٠٠ هيرتز أثناء الأصوات المجهورة .

وتتصف أصوات الجهر بما تتصف به أصوات الهمس من حيث النطق الرنينية للصائت المجاور . فتردد النطاق الرنيني الأول يكون منخفضاً كلما اقتربنا من فترة القفل . ولأن مخرج /ت/ هو نفس مخرج /د/ فإن بداية تردد النطاق الرنيني الثاني يقع تحت نفس التأثير . أي أنه لا يكون على تردد قريب من التردد المنتظم في منتصف الصائت . أما في حالة /ب/ فإن النطاق الرنيني الثاني يسلك مسارا شبيها بمسار النطاق الرنيني الأول وهو انخفاض تردده كلما اقتربنا من فترة القفل .

٦. ٣. ٢. أصوات ذات ترددات غير منتظمة

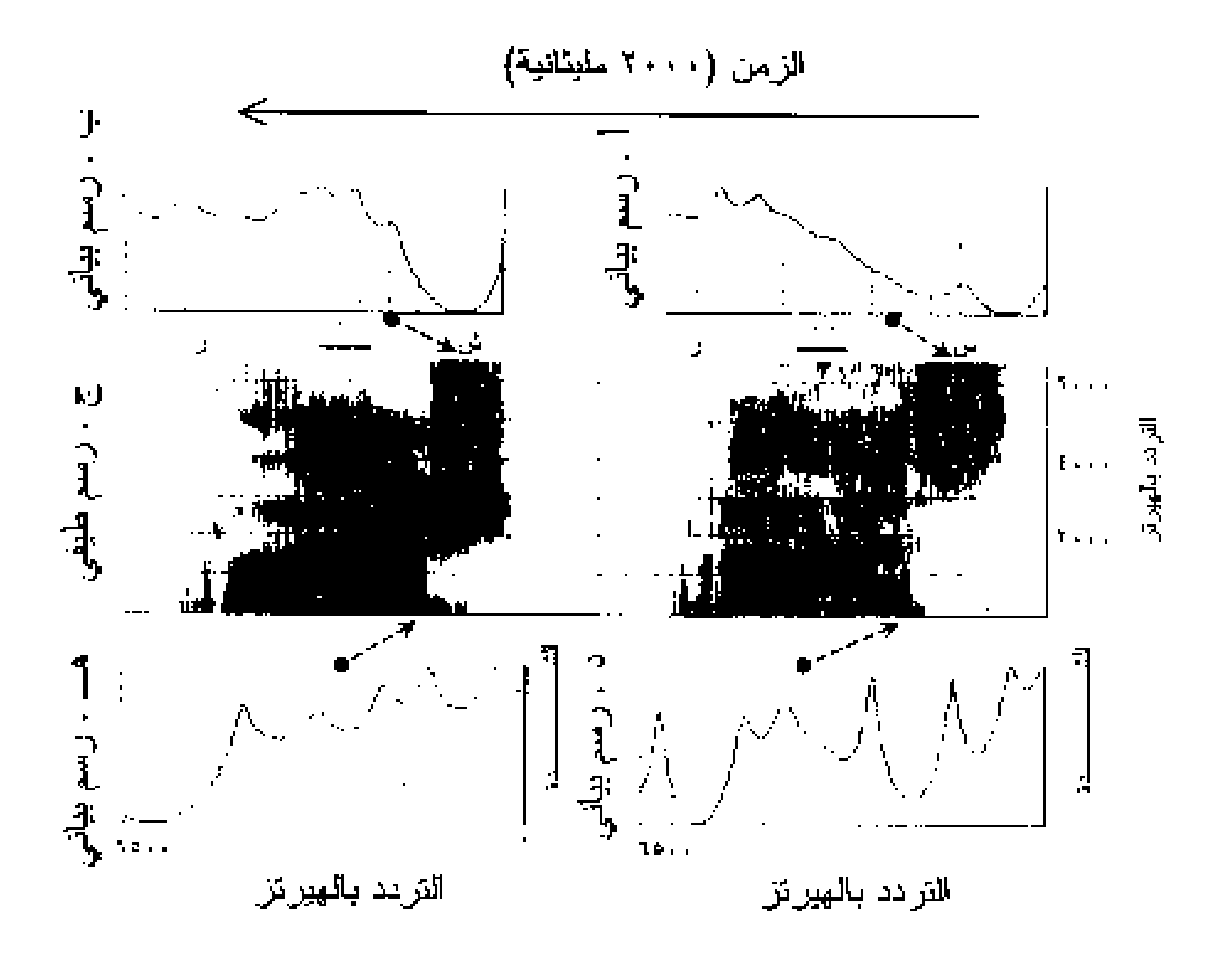
ذكرنا في تعريف أنواع الموجات أن هناك موجات ليس لها نمط منتظم . والأصوات اللغوية ذات الموجات غير المنتظمة هي الأصوات الاحتكاكية المهموسة . وذلك لأنه أثناء نطق هذه الأصوات يحدث أن يضيق مكان ما في الجهاز الصوتي[٦] لدرجة تسمح للهواء الخارج من هذا المخرج بأن يضطرب عشوائياً محدثاً موجات غير منتظمة تظهر في رسوم الطيف على شكل حزمة صوتية ذات تردد وعرض معين . والأصوات العربية التي تتسم بهذه الصفة هي : /ف/ ، /ث/ ، /س/ ، /ش/ ، /خ/ ، /ح/ ، /هـ/ . و الشكل ٦. ٢. يبين تردد /ش/ وبقية هذه المجموعة لها خصائص مشابهة إلا أنها تتباين في تردداتها وشدتها ، كما هو الحال في الشكل ٦. ٥. الذي يوضح الفرق بين /س/ و/ش/ .

هذا بالنسبة للأصوات الاحتكاكية المهموسة وغير المطبقة ، وهناك صوت احتكاكي ومهموس إلا أنه مطبق وهو /ص/ . والحقيقة هي أنه لا يوجد فرق بين هذا الصوت ونظيرة /س/ الذي له نفس المخرج ولا يختلفان إلا في خاصية الإطباق . وعند النظر إلى ترددهما في الرسم الطيفي نجدهما متطابقين ، بمعنى أننا لا نستطيع أن نفرق بينهما لمجرد النظر في كل واحد منهما ، كما أننا لا نستطيع أن نميز بينهما إذا ما فصلنا كل واحد منهما عن بقية الكلمة واستمعنا له منفرداً . فالفرق بينهما ليس

---

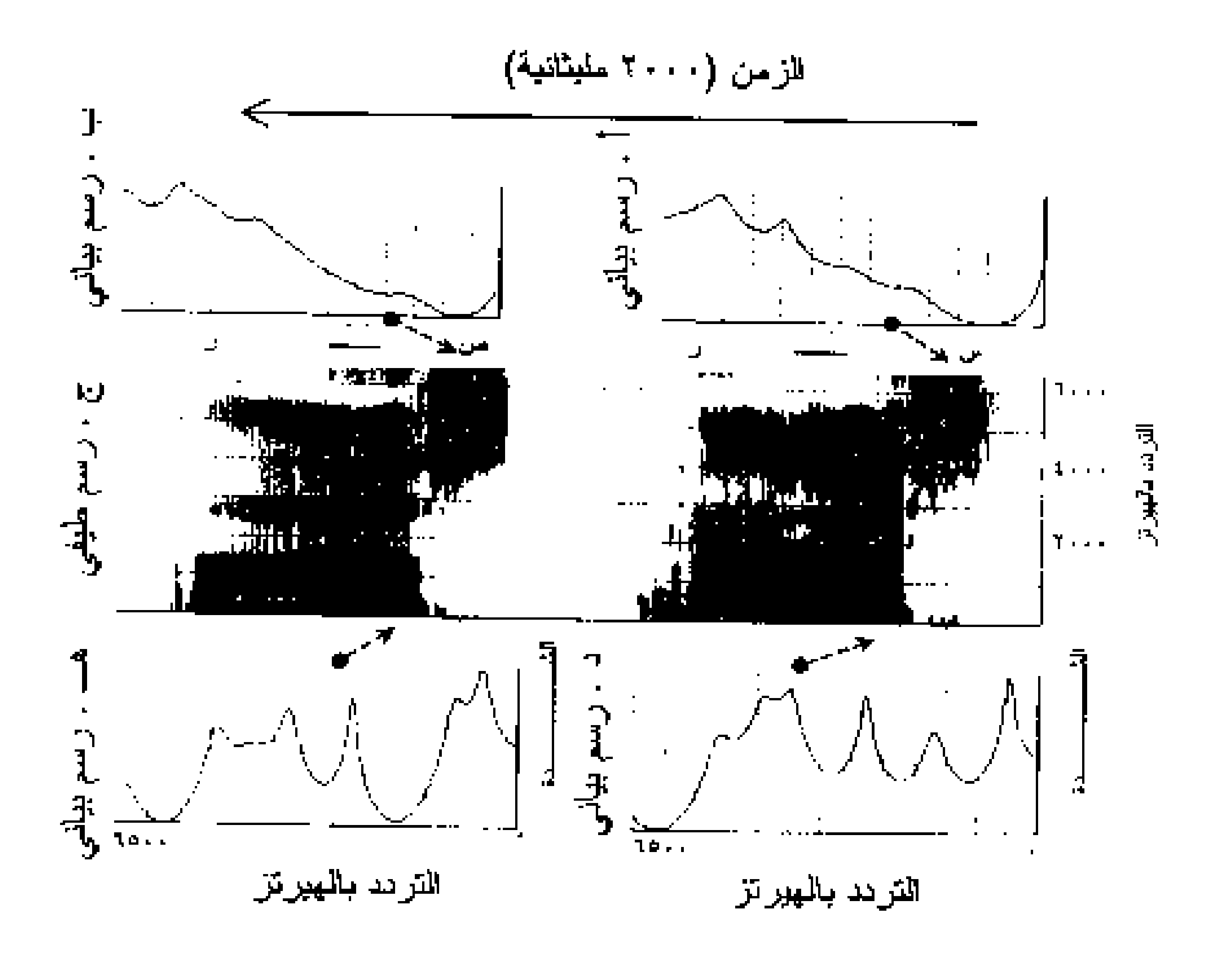
[٦] كما يحدث عند التقاء الشفة السفلى مع الثنايا العليا أثناء نطق الصوت/ف/ .

في الصوت نفسه ولكنه في الصوت المجاور له . وكما ذكرنا سابقاً في حالة /ط/ فإنه أيضاً في حالة /ص/ يظهر الفرق في تردد النطاق الرنيني الثاني للصائت المجاور . فالنطاق الرنيني الثاني يكون تردده منخفضاً أكثر منه في حالة نظيرة /س/ (الشكل ٦. ٦.) .



الشكل ٦. ٥.

رسم طيفي للكلمتين "سار" و "شار". ويظهر الفرق واضحا في تردد كل من الصوتين /س/ و /ش/ (الشكلان أ ، ب)، كما يظهر تأثير كل من الصوتين على النطق الرنينية في بداية الصائت المجاور (الشكلان د ، هـ) وذلك نظرا لاختلاف مخرجهما.



الشكل ٦. ٦.

رسم طيفي للكلمتين "سار" و "صار" . ويظهر الشبه الكبير بين تردد الصوتين /س/ و /ص/ (الشكلان أ و ب)، بينما يظهر الاختلاف بينهما في تردد النطاق الرنيني الثاني للصائت المجاور (الشكلان د و هـ) فالتردد منخفض في حالة /ص/ عنه في حالة /س/ ، وهذا ناتج عن التفخيم المصاحب لـ /ص/ والذي يرتفع فيه مؤخر اللسان .



الشكل ٦. ٧.

رسم طيفي للكلمتين "سار" و "زار" . ويظهر الفرق بين تردد الصوتين /س/ و /ز/ (الشكلان أ و ب) في وجود تردد منخفض (٣٠٠هيرتز) للصوت /ز/ بينما لا يظهر هذا التردد في الصوت /س/، وهذا يعود لكون الأول مجهورا بينما الآخر مهموسا . ويلاحظ أيضا قصر المدة الزمنية التي أستغرقها /ز/ عن تلك التي استغرقها الصوت /س/ . وهذه ظاهرة عامة يكون فيها الصوت المجهور أقصر زمنا من الصوت المهموس المشترك معه في المخرج نفسه .

أما الأصوات المجهورة الاحتكاكية فهي خليط من الموجات المنتظمة الناتجة عن تردد الرقيقتين الصوتيتين والموجات غير المنتظمة الناتجة عن اضطراب الهواء الخارج من مخرج الصوت . وهذه الأصوات هي : /ذ/ ، /ز/ ، /ج/ ، /غ/ ، /ع/ . وهي شبيهة بالأصوات الاحتكاكية المهموسة عندما تظهر في الرسوم الطيفية ، إلا أن الفرق بين المجموعتين يكون في حالة الأصوات المجهورة ، إذ تظهر ترددات الرقيقتين الصوتيتين في أسفل الرسم الطيفي (٣٠٠ هيرتز) ، أما الأصوات المهموسة فخالية من أي تردد في هذا النطاق (الشكل ٦. ٧) .

والصوت /ظ/ من الأصوات المطبقة ويشترك مع الأصوات المذكورة في الفقرة السابقة في خاصتي الجهر والاحتكاك . إلا أن الفرق بينه وبينها هو الفرق نفسه بين /ص/ و /س/ . أي أن تردد النطاق الرنيني الثاني يكون منخفضا للأسباب التي ذكرناها تحت خصائص الأصوات الشديدة .

٦. ٣. ٣. أصوات ذات ترددات منتظمة

يعود السبب لانتظام موجات بعض الأصوات إلى تردد الرقيقتين الصوتيتين الذي هو منتظم . بمعنى أنه في حالة الأصوات ذات التردد المنتظم تكون الرقيقتان الصوتيتان متذبذبتين. ومن ثم فإن الأصوات ذات الموجات المنتظمة هي جميع

الأصوات ما عدا الأصوات المهموسة ، ومنها الصوائت وأشباه الصوائت والجانبية والأنفية .

٦. ٣. ٣. ١. الصوائت

ذكرنا سابقاً بأن الصوائت ثلاثة أنواع ، وسنجد أن لموجات كل منها خصائصه الفيزيائية . وتتميز الرسوم الطيفية للصوائت بنطق رنينية واضحة إلا أنها على ترددات مختلفة بناء على نوعية الصائت .

٦. ٣. ٣. ١. ١. الصوائت القصيرة

الصوائت القصيرة ثلاثة : عالي أمامي / ـِـ / ، وعالي خلفي / ـُـ / ، ومنخفض/ ـَـ / . والفرق بين الصوائت الثلاثة من الناحية الأكوستية هو الفرق في تردد النطاقين الرنينيين الأول والثاني . فنجد أن النطاق الرنيني الأول يكون منخفضاً في حالة الصائتين العاليين ، وعالياً في حالة الصائت المنخفض . ويكون النطاق الرنيني الثاني عالياً في حالة الصائت الأمامي ومنخفضاً في حالة الصائتين الخلفي والمنخفض .

٦. ٣. ٣. ١. ٢. الصوائت الطويلة

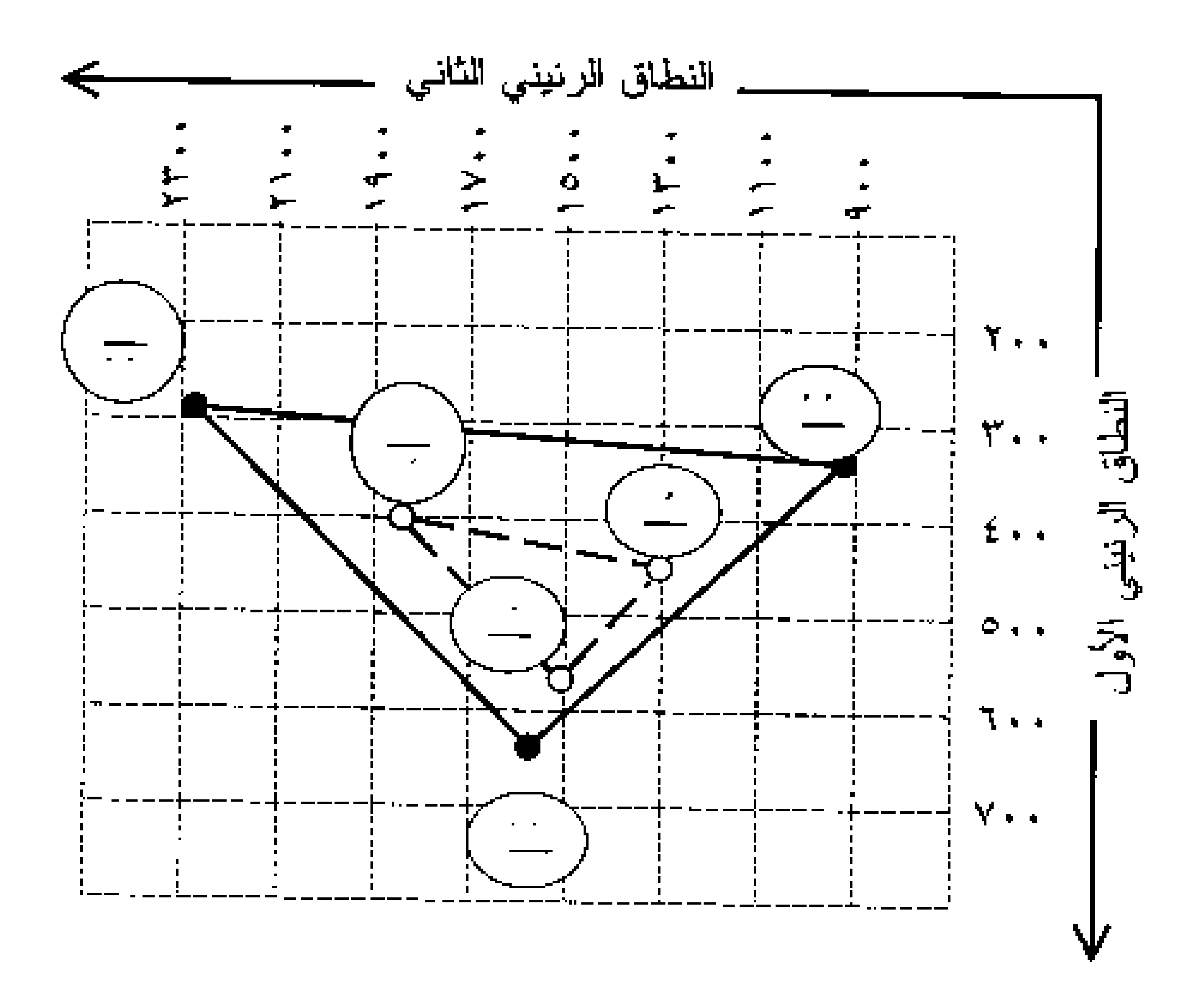
الصوائت الطويلة ما هي إلا صوائت قصيرة إلا أن مدتها الزمنية تساوي ضعف مدة الصوائت القصيرة تقريباً . فالفرق الأساس إذن ما هو إلا فرق في المدة/الكمية quantity . ومع هذا فهناك فرق في الكيفية quality أيضاً ، إلا أنه فرق ثانوي بين المجموعتين . فلو وضعنا تردد النطاقين الرنينيين الأول والثاني لجميع الصوائت القصيرة منها والطويلة ، لظهر عندنا فرق في تردد النطق الرنينية بين الصوائت القصيرة وما يقابلها من الصوائت الطويلة (الشكل ٦. ٨) .

٦. ٣. ٣. ١. ٣. الصوائت الثنائية

هناك صائتان ثنائيان في اللغة العربية وهما / ـَـ ـُـ/ و/ـَـ ـِـ / كما في الكلمتين " قَول" و "بيت" على التوالي . وكما هو واضح من تركيبتهما فإنهما يظهران في الرسوم الطيفية على شكل مزيج من صائتين (الشكل ٦. ٩) .

٦. ٣. ٣. ٢. أشباه الصوائت

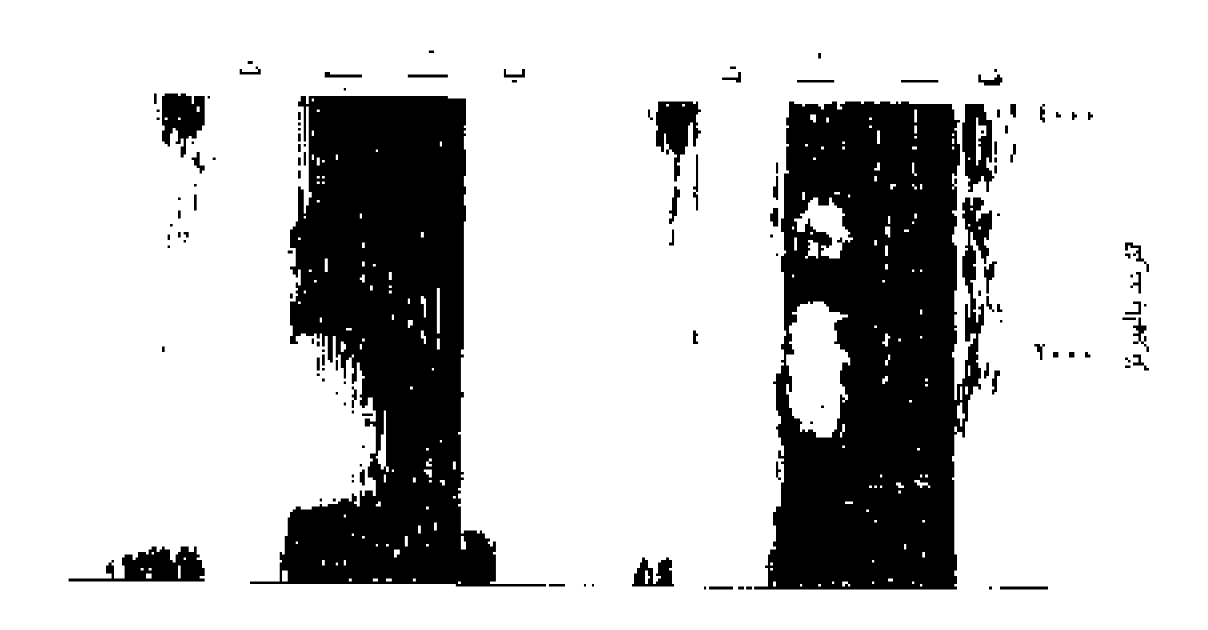
شبيها الصوائت في العربية هما /ي/ ، /و/ . وهما يشبهان الصائتين العالي الأمامي والعالي الخلفي ، على التوالي . والفرق بينهما من الناحية الفيزيائية هو أن النطاق الرنيني الأول أكثر انخفاضاً فيهما منه في حالة الصوائت (الشكل ٦. ١٠) .



الشكل ٦. ٨.

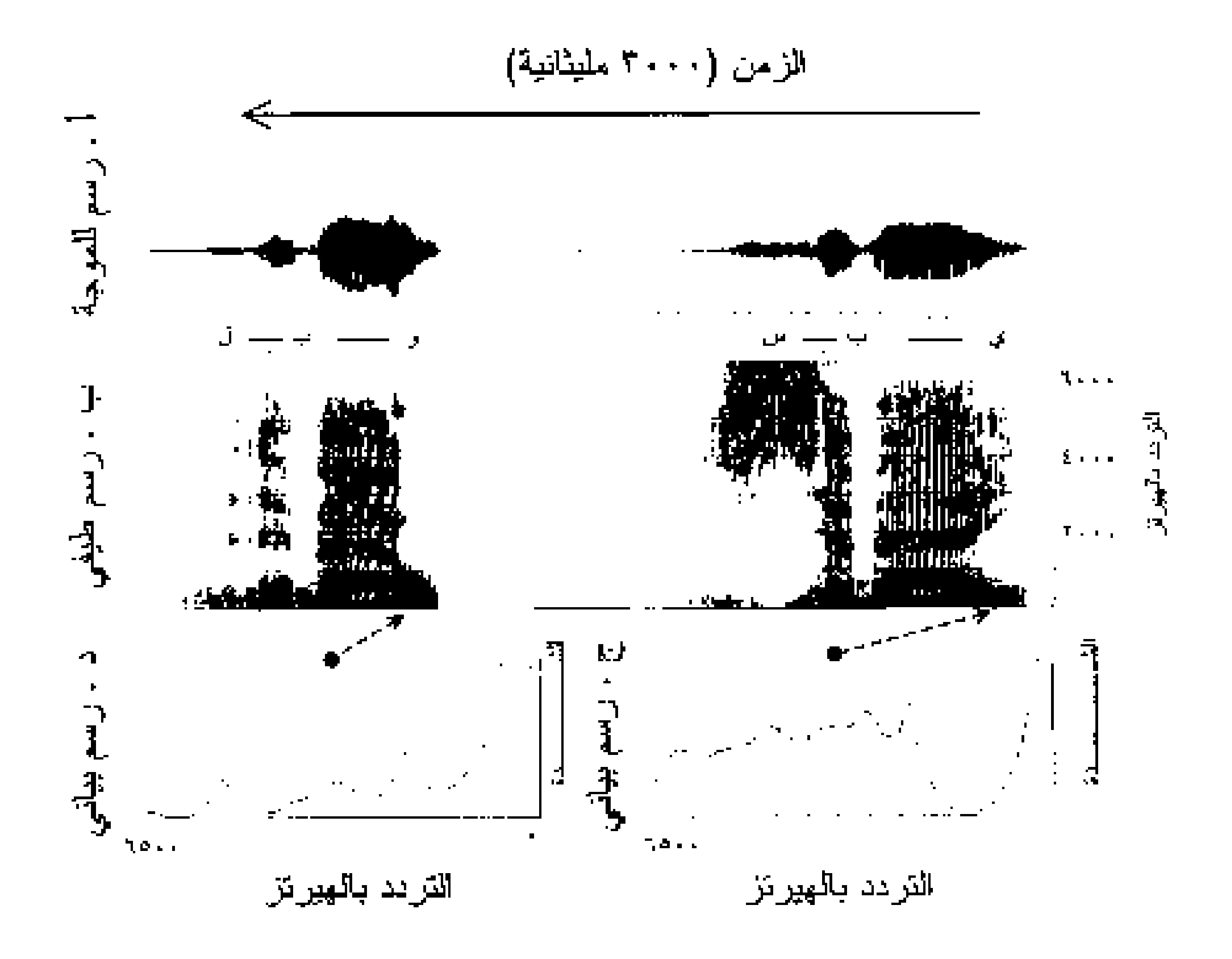
رسم بياني يوضح تردد النطـــاقين الرنينيـــن : الأول والثـــاني لصوائت العربية مثلما نطقها خمسة سعوديون وهي محمولة فـــي الإطار /س _ س/ ، حيث _ تمثـل الصـــائت . تـــردد النطـــق الرنينية هنا بالهيرتز .

الزمن (١٧٠٠ مليثانية)



الشكل ٦. ٩.

رسم طيفي للكلمتين "فوت" و "بيت" يوضح تغـــير النطـــق الرنينية للصوائت الثنائية . إذ يبدأ النطاقان الأول والثـــاني في كلتا الكلمتين بنفس الترددين تقريبا إلا أنهما يأخذان في التغير كلما اتجها إلى نهاية الصائت .



الشكل ٦. ١٠.

رسم لموجة الكلمتين "يابس" و "وابل" في الشكل أ ، مفصلـــة فـــي الرسم الطيفي (الشكل ب) . ويبين الشكلان ج و د تـــردد النطـــق الرنينية للصوتين /ي/ ، /و/ إذ يبرز الفرق بينهما واضحـــا فـــي تردد النطاق الرنيني الثاني .

٦. ٣. ٣. ٣. الصوت الجانبي

هناك شبه بين تردد موجات الصوت /ل/ وتردد موجات الصوائت . والفرق بينهما هو أن النطق الرنينية تكون منخفضة الشدة في حالة /ل/ عنها في حالة الصوائت (الشكل ٦. ٣.) .

٦. ٣. ٣. ٤. الأصوات الأنفية

تشبه الرسوم الطيفية للأصوات الأنفية الرسوم الطيفية للصوت الجانبي مع اختلاف طفيف وهذا الاختلاف هو ظهور ما يسمى بمضادات النطق الرنينية antiformants . إذ نشاهد في حالة الصوائت نطقا رنينية على محور التردد يفصل بينها مساحات أقل شدة يظهر فيها خطوط عمودية تمثل تردد الرقيقتين الصوتيتين . أما في حالة الأصوات الأنفية فإن رسوم الطيف تبين نطقاً رنينية يفصل بينها مساحة خالية تماماً من أي ترددات .

أما الفرق بين /م/ ، /ن/ فإنه شبيه إلى حد كبير بالفرق بين /ب/ ، /د/ ، على التوالي . أي انه فرق في تردد النطق الرنينية الانتقالية للصائت المجاور .

٦. ٣. ٤. النطق المشترك

وتسمى بالإنجليزية coarticulation . وهو أن الجهاز الصوتي عندما يكون على وضع معين لإخراج صوت ما فإنه لا يبقى ثابتاً فترة طويلة وإنما تبدأ التغيرات استعدادا لنطق الصوت التالي . بمعنى أن الموجه الصوتية تحمل خاصيتين :

الخاصية الأولى : هي أن هناك وضعا مستقرا للجهاز الصوتي أثناء نطق صوت ما .

الخاصية الأخرى : هي حالة الانتقال من الوضع الخاص بصوت ما إلى الوضع الخاص بالصوت التالي .

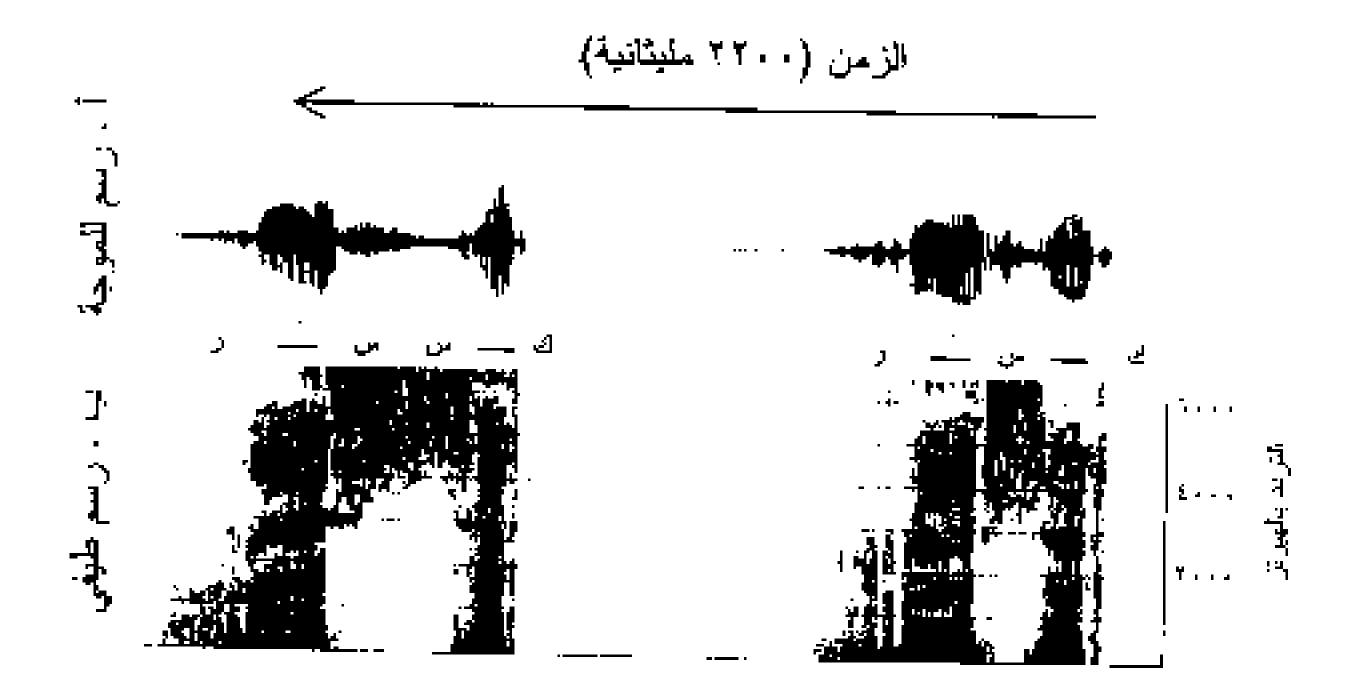
ويمكن مشاهدة النطق المشترك في الرسوم الطيفية ، إذ تظهر على شكل تغير سريع في تردد النطق الرنينية للصائت والذي سبق وسميناها بالنطق الرنينية الانتقالية . ولا يقتصر النطق المشترك على النطق الرنينية الانتقالية وإنما يحدث أيضا في جميع حالات الانتقال من صوت إلى آخر حتى وإن لم يظهر في الرسوم الطيفية . فهناك أجهزة أخرى تعين على دراسة النطق المشترك ، منها رسام الحنك الكهربائي (انظر ٩. ١. ٦.) .

٦. ٣. ٥. التضعيف

ذكرنا سابقاً أن جميع أصوات اللغة العربية إما أن تكون مفردة أو مضعفة ، وأن الفرق بينهما هو فرق في المدة الزمنية . أي أن مدة الصوت المفرد نصف المدة

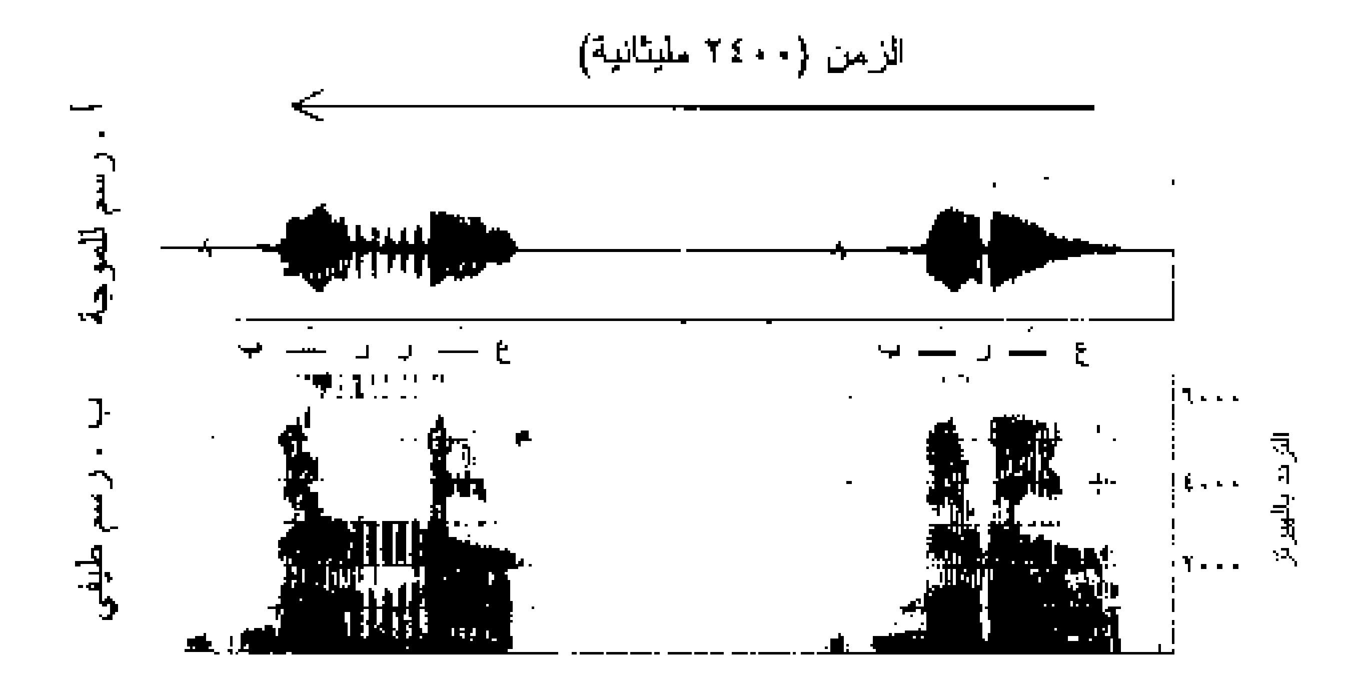
الزمنية للصوت المضعف . وتختلف مدة الصوت حسب موضعه في الكلمة وحسب عدد الكلمات في الجملة وحسب سرعة المتحدث . فقد لا يتجاوز زمن الصوت المفرد ٤٠ مليثانية وقد يصل إلى أكثر من ١٠٠ مليثانية . فالفرق هنا بين الصوت المفرد والمضعف فرق نسبي يعتمد على عوامل أخرى . إلا أننا نجد أن المدة الزمنية لصوت مفرد في جملة منطوقة تساوي تقريبا نصف المدة للصوت نفسه وهو مضعف في الجملة نفسها ومنطوق بالطريقة نفسها وبالمتحدث نفسه (الشكل ٦. ١٢.) .

ولصوت /ر/ في اللغة العربية خاصيته . وهو انه في حالة التضعيف نجد تكرارا لنطقه أكثر من مرتين . فالفرق هنا ليس فرق في المدة الزمنية ولكنه فرق في عدد مرات التكرار لنفس الخصائص الأكوستية (الشكل ٦. ١٣.) .



الشكل ٦. ١٢.

رسم لموجة الكلمتين : "كسر" و "كسّر" في الشكل أ ، مفصلة في الرسم الطيفي (الشكل ب) . ويلاحظ أن مدة زمن /س/ المشدد تعادل ضعف زمن نظيرتها المفردة .

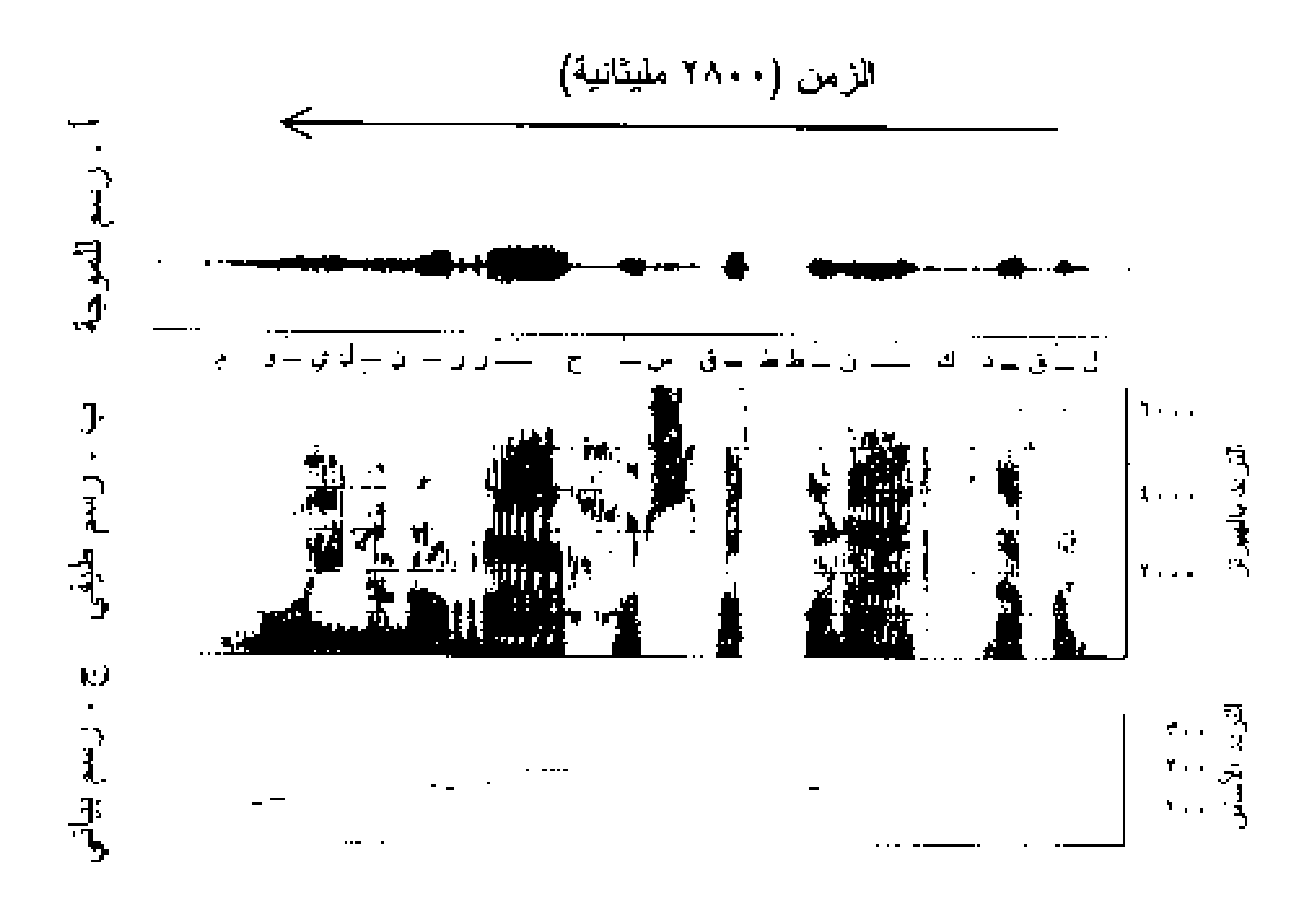


الشكل ٦. ١٣.

رسم لموجة الكلمتين : 'عرَب' و 'عــــرَّب' فــي الشــكل أ ، مفصلة في الرسم الطيفـــي (الشــكل ب) . ويلاحــظ أن /ر/ المضعفة تكررت ست مرات .

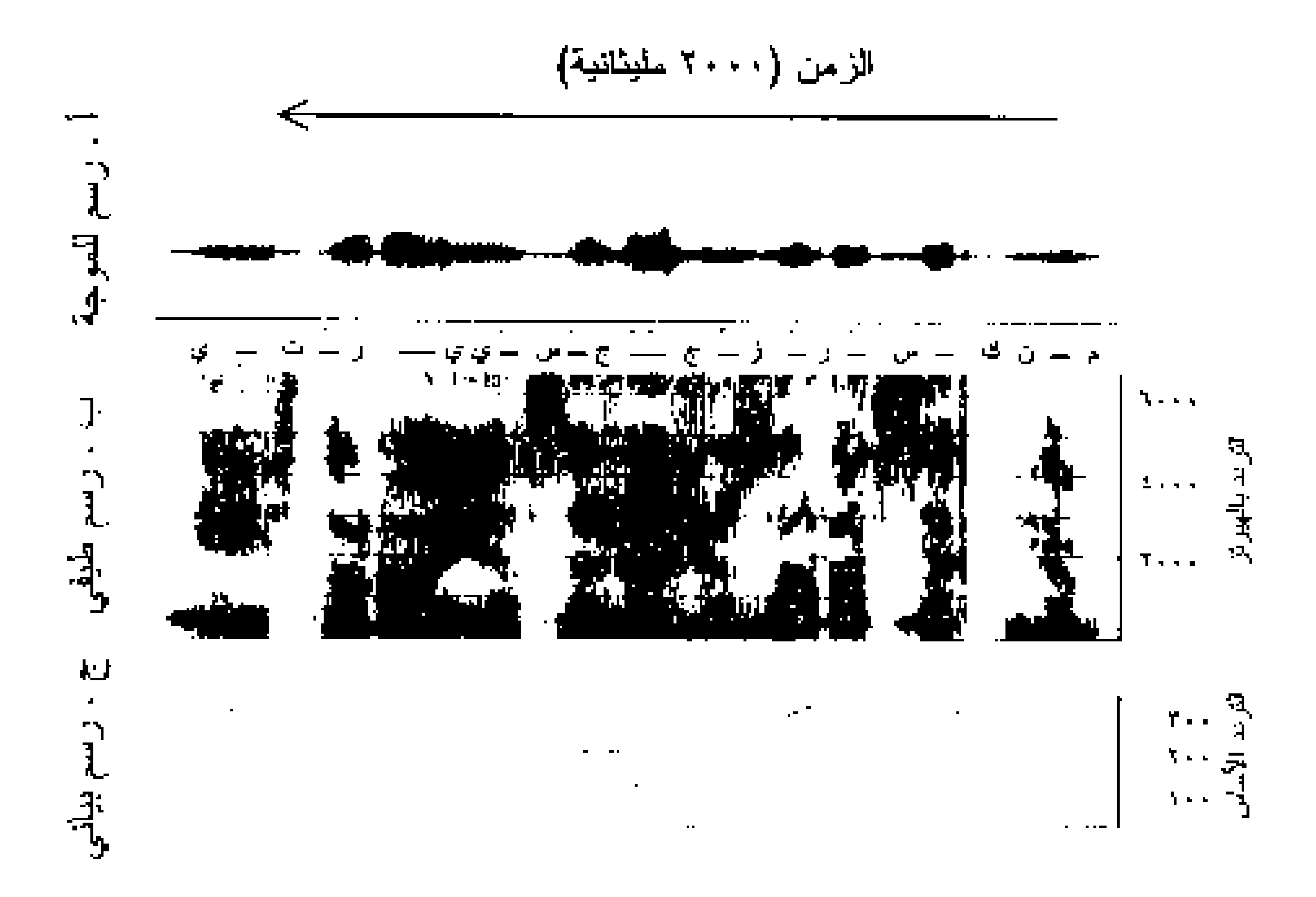
٦. ٣. ٦. التردد الأساس

يظهر التردد الأساس في رسوم الطيف على شكل خطوط رأسية يمكن مشـــاهدتها بوضوح في أي من الرسوم المعروضة للصوائت في هذا الفصل . فكل خـــط رأســـي يمثل حالة ابتعاد الرقيقتين الصوتيتين أثناء التذبذب . ويبين الشكل ٦. ١٤. رسما طيفيا وبيانيا لجملة خبرية . إذ يبدأ فيها التردد الأساس منخفضاً نسبياً ثم يزداد في منتصـــف الجملة ليصل إلى أقل انخفاض بنهاية الجملة . أما الشكل ٦. ١٥. فهو لجملة استفهامية نشاهد فيه كيف تنتهي الجملة بارتفاع ملحوظ للتردد الأساس . ويظهر الفرق في التردد الأساس أيضاً على مستوى الكلمة ، فالمقطع الأول غالباً ما يكون تـــردده الأســـاس أعلى منه في المقطع الثاني (أنظر ٤. ٤.) .



الشكل ٦ . ١٤.

رسم لموجة الجملة الخبرية "لقد كان الطقس حـــارا اليــوم." (الشـــكل أ) ورسم طيفي لتردد نفس الجملة (الشكل ب) ، ورسم بياني يبيـــن تـــردد الرقيقتين الصوتيتـــين (الشكل ج) . ويلاحـــظ أن الصـــائت الطويــــل / ـــــ / حاز على أعلى تردد للحبلين الصوتيين (٢٠٠ هيرتز) ، كمـــا أن ترددهما أخذ في الانخفاض تدريجيا مع القرب من نهاية الجملة .



الشكل ٦. ١٥.

رسم لموجة الجملة الاستفهامية "من كسر زجاج سيارتي؟" (الشكل أ) ورسم طيفي لنفس الجملة (الشكل ب) ورسم بياني يبين تردد الرقيقتين الصوتيتين (الشكل ج) ، ويلاحظ أن تردد الرقيقتين الصوتيتين بدأ منخفضا ثم أخذ في الارتفاع ليبلغ أعلى حد له في نهاية الجملة .

٦ . ٤ . الخلاصة

كان هذا الفصل عن الخصائص الأكوستية للأصوات العربية . ورغم عرض نماذج لرسوم طيفية لأصوات اللغة العربية إلا أن تقديم نتائج دقيقة يعتمد على دراسة موسعة تضم عدداً كبيراً من المتحدثين وعلى أخذ قياسات لأصوات العربية وحساب النتائج إحصائياً . وأرجو أن يتم إنجاز شيء من ذلك قريباً .

٧. الصوتيات السمعية

رأينا في إخراج الأصوات اللغوية أنها تمر بعدة مراحل ، حيث إنه بعد تحديد الجملة بما فيها من كلمات وقواعد نحوية وصرفية وما تحويه كل كلمة من فونيمات ، يتم إرسال إشارات عصبية من الدماغ لتصل إلى عضلات الجهاز الصوتي بما فيها عضلات القفص الصدري . هذه الإشارات تكون على درجة عالية من التنسيق والتتابع، بحيث يتم إرسال الإشارات العصبية الخاصة بكل فونيم على حده ، بعد أن تنتقل من المستوى الفونولوجي إلى المستوى الفونتيكي . وعندما تصل الإشارات العصبية إلى عضلات جهاز النطق تقوم هذه العضلات بالانقباض بحيث تؤثر على الهواء الخارج من الجهاز التنفسي مصدرة بذلك موجات صوتية .

وما يحدث أثناء إدارك الأصوات اللغوية هو عكس ذلك تماماً . إذ يكون البدء بالموجات الصوتية ويكون الانتهاء بإدارك الفونيمات ؛ لأنه بعد أن تصل الموجات الصوتية إلى الأذن ، تنتقل إشارات عصبية من الأذن إلى الدماغ حاملة معها الخصائص الفيزيائية لتلك الموجات من شدة وتردد ، فتصل إلى المستوى الأكوستي[1]

---

[1] هذا مستوى تحليلي في الدماغ وتشترك فيه الحيوانات مع الإنسان . والذي يتم على هذا المستوى هو تحليل هذه الإشارة وإرسالها لمناطق أخرى في الدماغ لتحديد نوعية الإشارة الصوتية ومصدرها وعلاقتها بالسامع ، وإذا كانت الإشارة لغوية فإنها تتعدى هذا المستوى إلى المستوى الفونتيكي ثم المستوى الفونولوجي في حالة ما إذا كان السامع إنساناً .

ثم نتخطاه إلى المستوى الفونتيكي/الأصواتي والذي يتم فيه تحديد الصوت بناء على خصائصه الأكوستية المذكورة في الفصل السابق ، بعد ذلك ننتقل إلى المستوى الفونولوجي ثم إلى مستويات أعلى حيث يتم تحديد الكلمات والتراكيب النحوية والصرفية لاستخلاص الفكرة في نهاية الأمر .

هناك ترابط قوي بين هذا الفصل والفصل السابق . إذ إن الخصائص الفيزيائية للموجات الصوتية هي التي يستخدمها السامع في إدارك الأصوات اللغوية ولهذا فإننا سنتحدث عنها بشيء من التفصيل وخصوصاً التجارب التي عملت على الموجات الصوتية في سبيل التعرف على الطريقة التي ينهجها جهاز السمع والإدارك اللغوي عند الإنسان . ومن أجل ذلك فإننا نحتاج أن نعرف جهاز السمع عند الإنسان الذي عن طريقه تنتقل الإشارات العصبية إلى الدماغ حاملة خصائص الموجات الصوتية ومن ثم يتم تحليلها دماغياً وإرسالها للتعرف على الرسالة اللغوية إلى منطقة بروكا Broca's area ومنطقة ورنك Wernicke's area وتعرف المنطقتين بمنطقة الكلام speech area . وغالباً ما تقع منطقة الكلام في الفص الأيسر من دماغ الشخص الأيمن ، وفي معظم الحالات في الفص الأيمن من دماغ الشخص الأعسر . لهذا نجد كثيراً ممن يصابون بجلطة في الفص الأيسر من الدماغ يصابون بالحبسة[٢] .

---

[٢] الحبسة هي فقدان القدرة على استخدام اللغة بشكل طبيعي ، وتنتج في الغالب عن جلطة دماغية أو إصابة في منطقة الكلام بالدماغ .

٧. ١. تشريح ووظائف الجهاز السمعي

تتكون الأذن عند الإنسان كما هو موضح في (الشكل ٧. ١.) من ثلاثة أجزاء رئيسة :

١) الأذن الخارجية ، وهي عبارة عن صوان الأذن وقناتها .

٢) الأذن الوسطى ، وتتكون من طبلة الأذن وثلاثة عظام صغيرة متصلة ببعضها تسمى المطرقة والسندان والركاب .

٣) الأذن الداخلية ، وتتكون من ثلاث قنوات هلالية[٣] وقوقعة .

ولكل من الأجزاء السابقة دور كبير في السمع ، وإذا ما تعطل أحدهما فإنه يحجب وصول الرسالة الصوتية إلى الأعصاب ومن ثم إلى الدماغ .

٧. ١. ١. الأذن الخارجية

الأذن الخارجية هي الجزء الوحيد من الأذن الذي يمكن مشاهدته بالعين المجردة . فنستطيع مشاهدة الصوان وبداية فتحة قناة الأذن . والصوان عبارة عن غضروف

---

[٣] هذه القنوات ليس لها علاقة بالسمع ولكن لها دور في حفظ توازن الإنسان أثناء المشي وغيره .

مغطى بالجلد ويحيط بفتحة قناة الأذن . وهو شكل جمالي لرأس الإنسان[4] أكثر منه نفعاً للجهاز السمعي .

يبلغ طول قناة الأذن ٢,٥ سم تقريباً[5] وهي محمية بشعيرات وإفرازات شمعية تقي الأذن من الحشرات والغبار . وقناة الأذن مفتوحة من الخارج ومغلقة من الداخل لوجود طبلة الأذن التي تفصل بين تجويف الأذن الخارجية وتجويف الأذن الوسطى . وتقوم الأذن الخارجية بتضخيم الموجات الصوتية[6] الواردة إليها لتبلغ من ضعفين إلى أربعة أضعاف شدتها التي كانت عليها عند مدخل القناة . بمعنى آخر ، أن الموجه الصوتية تكون أشد عندما تصل إلى طبلة الأذن منها عند وصولها عند بداية قناة الأذن.

كما أن الأذن الخارجية تساعد الدماغ في تحديد اتجاه مصدر الصوت ؛ وذلك لوجود أذنين على جهتين متضادتين من الرأس ، مما يتيح للدماغ حساب الفارق الزمني بين وصول الموجة الصوتية إلى كل أذن ، ويعتبر أن مصدر الصوت أقرب للأذن التي وصلتها الموجة الصوتية أولاً .

---

[4] لصوان الأذن عند كثير من الحيوانات الثديية أهمية سمعية أكثر منه عند الإنسان لسببين : الأول ، أنه يمكن توجيهه إلى مصدر الصوت لجمع موجات أصوات أقل شدة ، والآخر ، أنه عبارة عن شكل مخروطي مما يساعد في تضخيم الموجات الصوتية الواردة إلى الأذن .

[5] يختلف الطول حسب حجم الرأس .

[6] الموجات الصوتية التي تتأثر هنا هي التي تقع بين ٢٥٠٠ هرتز و ٤٠٠٠ هرتز .

٧. ١. ٢. الأذن الوسطى

كما أسلفنا فإن الأذن الوسطى عبارة عن ثلاثة من العظام متصلة ببعضها على شكل سلسلة ، يتصل أولها بطبلة الأذن وآخرها بالقوقعة . وتقوم الأذن الوسطى بتحويل الموجات الصوتية إلى حركة ميكانيكية . إذ تقوم طبلة الأذن بالتذبذب بناء على الموجات الصوتية الواردة إليها ، هذه الحركة تنتقل من طبلة الأذن إلى المطرقة فالسندان فالركاب . ليس هذا هو الدور الوحيد للأذن الوسطى ولكنها تقوم أيضاً بتضخيم الصوت[٧] ليصل إلى ١٤ ضعفاً عندما يصل إلى نهاية الركاب عما كان عليه عند طبلة الأذن . وهذا يعني أننا نستطيع أن نستمع لموجات صوتية ضعيفة جداً ، ما كان لنا أن نسمعها لولا هذا التركيب الدقيق والمعقد للأذن الخارجية والوسطى .

٧. ١. ٣. الأذن الداخلية

الذي يهمنا في دراسة الأذن الداخلية هو جزء القوقعة . فهي التي يتصل بها الركاب . ولو بُسطت لبلغ طولها ٤سم تقريباً . إذ هي عبارة عن أنبوب مغلق من الجهتين وضيق من أحد طرفيه وواسع نسبياً من الطرف الآخر الذي يتصل بالركاب . ويوجد داخل القوقعة شعيرات دقيقة جداً متصلة بالأعصاب . وتسبح أطراف الشعيرات

---

[٧] انظر الهامش رقم ٦ .

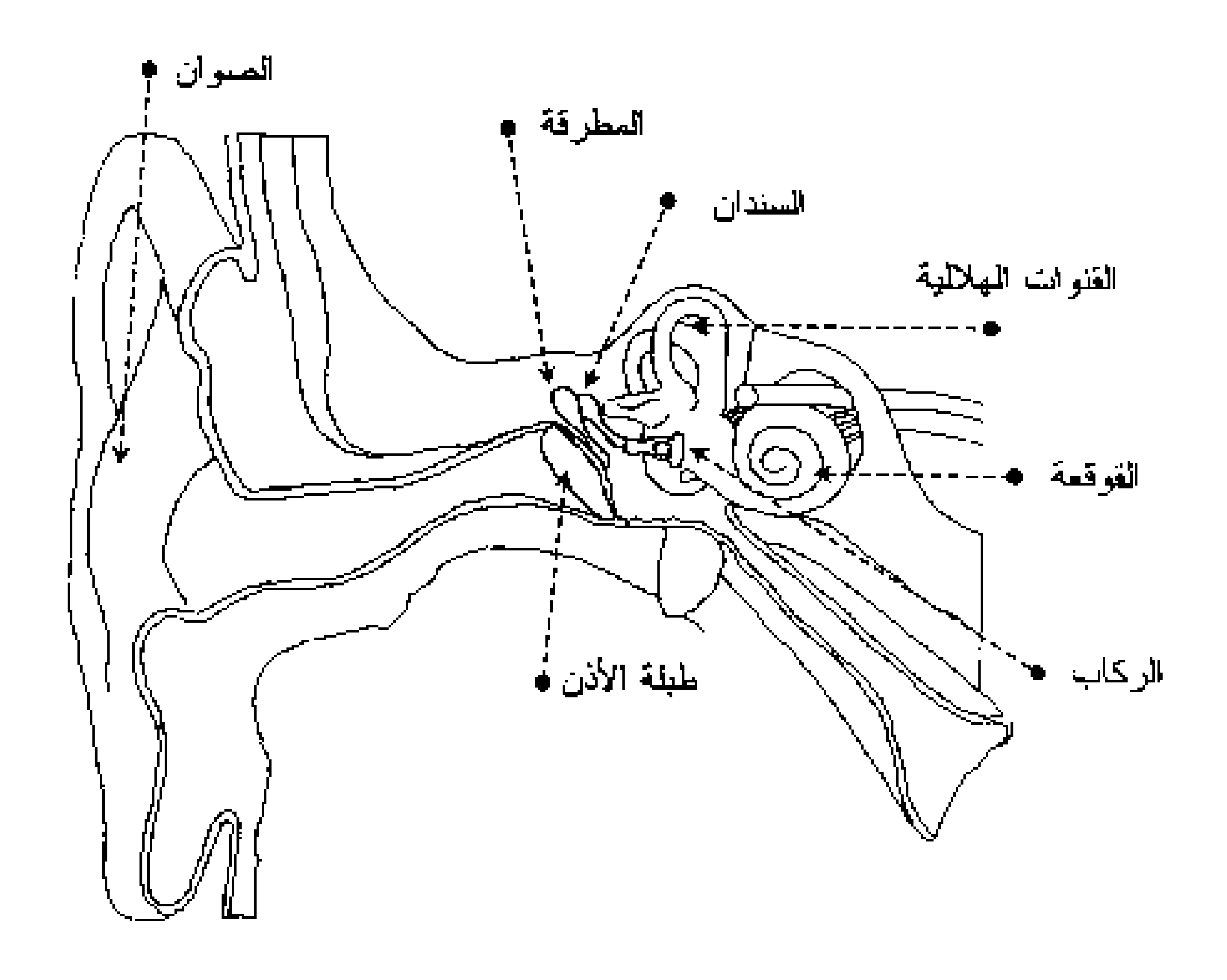
في سائل يملأ القوقعة . وإذا تذبذب الركاب[8] فإنه يكون تموجات في السائل المكون لتجويف القوقعة . هذه التموجات تحرك الشعيرات التي تؤثر بدورها على الأعصاب الحسية فتنتقل الإشارات العصبية عبر الأعصاب إلى الدماغ حاملة معها الخصائص الأكوستية للموجة الصوتية التي أثرت في الجهاز السمعي .

ووظيفة طول وشكل القناة المكونة للقوقعة ، هو أن الموجات الصوتية ذات التردد المنخفض لا يصل تأثيرها إلى الطرف الضيق للقناة . وكلما زاد تردد الموجة الصوتية كانت التموجات أقرب إلى الطرف الضيق . وحيث إن الشعيرات المتصلة بالأعصاب منتشرة على طول الأنبوب ، فإن الدماغ يمكنه أن يميز بين درجات تردد الأصوات بناء على مكان الشعيرات التي أرسلت له الإشارة .

والشكل ٧. ٢. يبين الترددات التي نستطيع سماعها ، بما فيها ترددات الأصوات اللغوية .

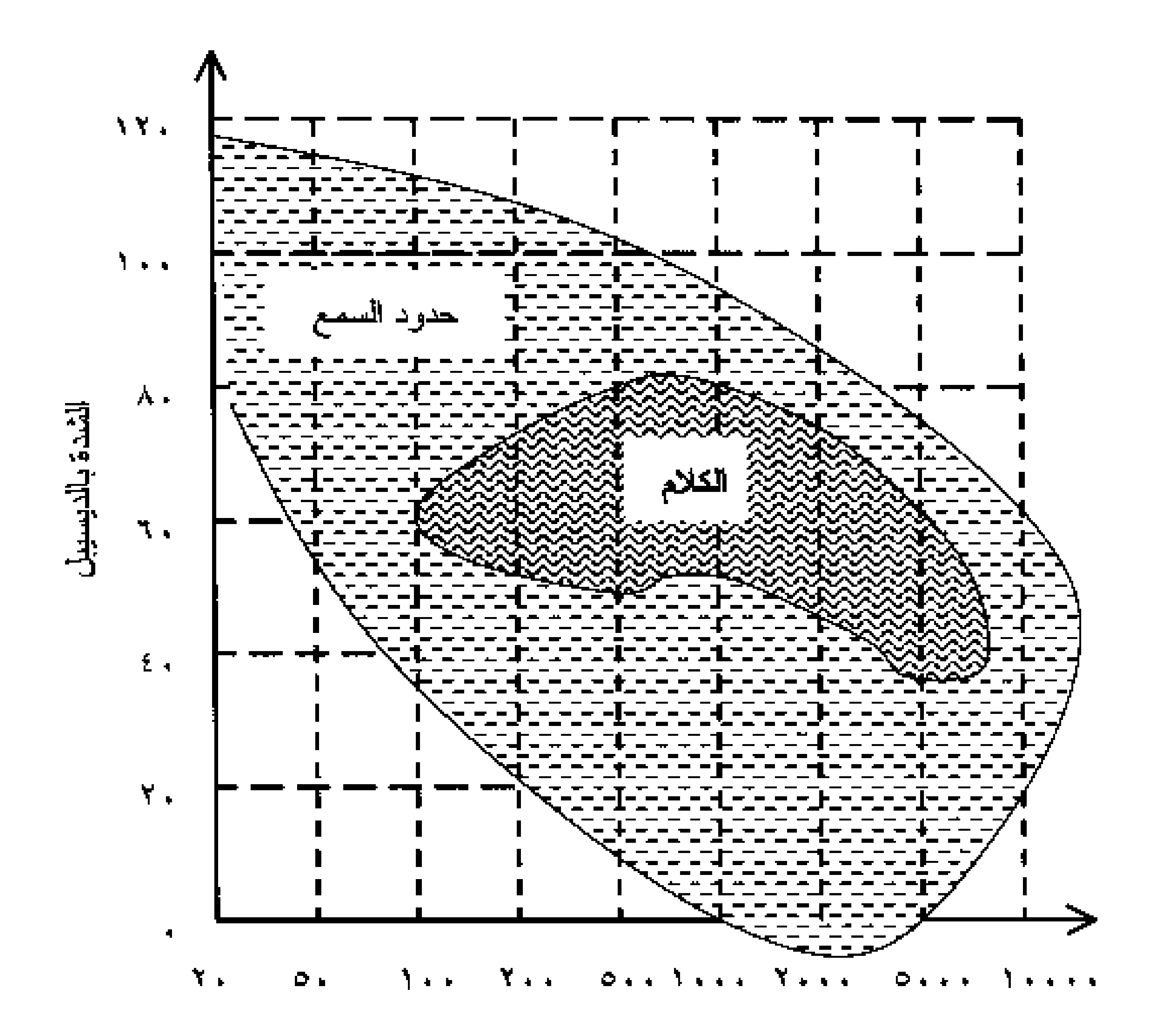
---

[8] نتيجة لوصول موجة صوتية إلى الأذن .



الشكل ٧ . ١.

رسم تخطيطي لأذن الإنسان .



الشكل ٧. ٢.

يبين هذا الرسم البياني الترددات التي يمكن للنظام السمعي عند الإنسان سماعها ، وعلاقتها بشدة الصوت . والشكل يبين أيضا ترددات الأصوات اللغوية والتي تقع في منتصف الترددات الأخرى .

٢٠٧٠ المشعرات الأكوستية

ذكرنا في الفصل السابق بأن لكل صوت لغوي خصائصه الفيزيائية . وقلنا بأننا نستطيع عن طريق هذه الخصائص أن نميز بين موجات الأصوات اللغوية بصريا عندما ننظر إلى رسومها الطيفية . ومن هنا قام الأصواتيون بعمل تجارب لاختبار مدى صحة هذه الخصائص . وإذا ثبت دور خاصية أكوستية محددة فإنها تسمى مشعرة أكوستية acoustic cue .

وتنقسم الاختبارات السمعية من هذا النوع إلى قسمين :

الأول ، تسجيل مثيرات stimuli التي يكون من السهل التحكم في إحدى خصائصها الفيزيائية . ثم يطلب من بعض الأشخاص التعرف على الكلمة أو الصوت الذي سمعوه.

الأخر ، وهو الأكثر شيوعا ، هو أن يطلب منهم الإنصات إلى إحدى المثيرات وبعد ذلك يعرض عليهم خياران أو أكثر ثم يطلب منهم اختيار أقرب كلمة أو صوت يتناسب مع المثير الذي استمعوا له . ومن هنا ظهر ما يسمى بالحدود بين الأصوات boundaries . وفي تجارب كهذه فإن الباحثين يستعينون بحاسب آلي يقوم بتصنيع الموجات الصوتية ، وذلك حتى يتسنى لهم التحكم في مشعرات محددة مع الإبقاء على بقية خصائص الإشارة الصوتية ثابتة .

وكنت أود أن أوضح للدارس المشعرات التي يمكن أن يعتمد عليها السامع العربي، إلا أننا نفتقر لنتائج دراسات علمية في هذا المضمار . فالتجارب العلمية وحدها هي التي يمكن أن تثبت صحة اعتمادنا على مشعرات معينة . ومن ثم فإنه وجد في دراسات سابقة اعتماد ناطقين بلغات أخرى غير العربية على مشعرات معينة وأتوقع أن تكون كذلك بالنسبة للغة العربية للشبه الأصواتي بينها وبين اللغات المدروسة .

٧ . ٢ . ١. المدة الزمنية

يعتمد السامع على عامل الزمن للتمييز بين كثير من الأصوات اللغوية . والأصوات اللغوية التي يعتمد السامع على عامل الزمن للتفريق بينها إما أن تكون مختلفة في أمد موجات صوتية ثابتة الخصائص الفيزيائية وإما أن تكون مختلفة في أمد موجات صوتية متغيرة الخصائص الفيزيائية . ومثال صوتين مختلفي الأمد وثابتي الخصائص ، أن يكون أمد أحدهما ، مثلاً ، ٧٠ مليثانية والآخر ١٥٠ مليثانية وتردد النطق الرئينية ثابت تقريباً في كلا الصوتين . بمعنى أنه لا يوجد اختلاف في الخصائص الفيزيائية ليس بين الصوتين ولكن داخل الصوت نفسه . وهذا شبيه بالفرق بين الأصوات المضعفة ونظائرها المفردة . فنجد أن الفرق من الناحية الفيزيائية بين /ك/ و /ك ك/ في الكلمتين " رَكَزَ" و"رَكَّزَ" ما هو إلا فارق في الأمد

الخالي من أي تردد . فالفرق هنا فرق في الأمد فقط . وبهذا نستطيع أن نفـــرق بيـــن معظم الأصوات المفردة ونظائرها المضعفة .

وإضافة إلى أن أمد الصوت يشكل المشعر الأساس للتفريـــق بيـــن الأصـــوات المفردة والمضعفة فإن له دوراً ثانوياً للتفريق بين الأصوات المجهورة والمهموسة فلقد وجدنا في دراسة سابقة[٩] أن السامع العربي يعتمد على أمد الصوت كمشعر ثـــانوي[١٠] للتفريق بين الأصوات المهموسة والمجهورة . فكلما كان أمد الصوت قصيراً نسبياً فإن السامع عندها يكون أقرب للحكم على الصوت بأنه مجهور ، والعكس صحيح بالنســبة للأصوات المهموسة .

ومثال اختلاف الأمد لموجات صوتية مختلفة الخصائص الفيزيائية ، اختـــلاف مـــدة تردد النطق الرنينية الانتقالية . فالسامع يميز بين "باد" و "واد" بناء على أمـــد تـــردد النطق الرنينية الانتقالية ، والتي تتمثل في النطاقين الرنينيين الأول والثاني اللذين يبدآن بترددين منخفضين نسبياً ويتزايد ترددهما تدريجياً ليصـــلا إلـــى مســـتويي الـــترددين المستمرين للصائت /ــــَــ/ فعندما تكون مدة تـــردد النطـــق الانتقاليـــة قصـــيرة – ٣٠مليثانية تقرباً – فإنها تُسمع "باد" وعندما تكون مدتها طويلة نسبياً – ٣٠٠ مليثانيـــة – فإنها تسمع "واد" .

---

[٩] Alghamdi, 1990

[١٠] بعد مدة بداية التصويت التي هي المشعر الرئيس .

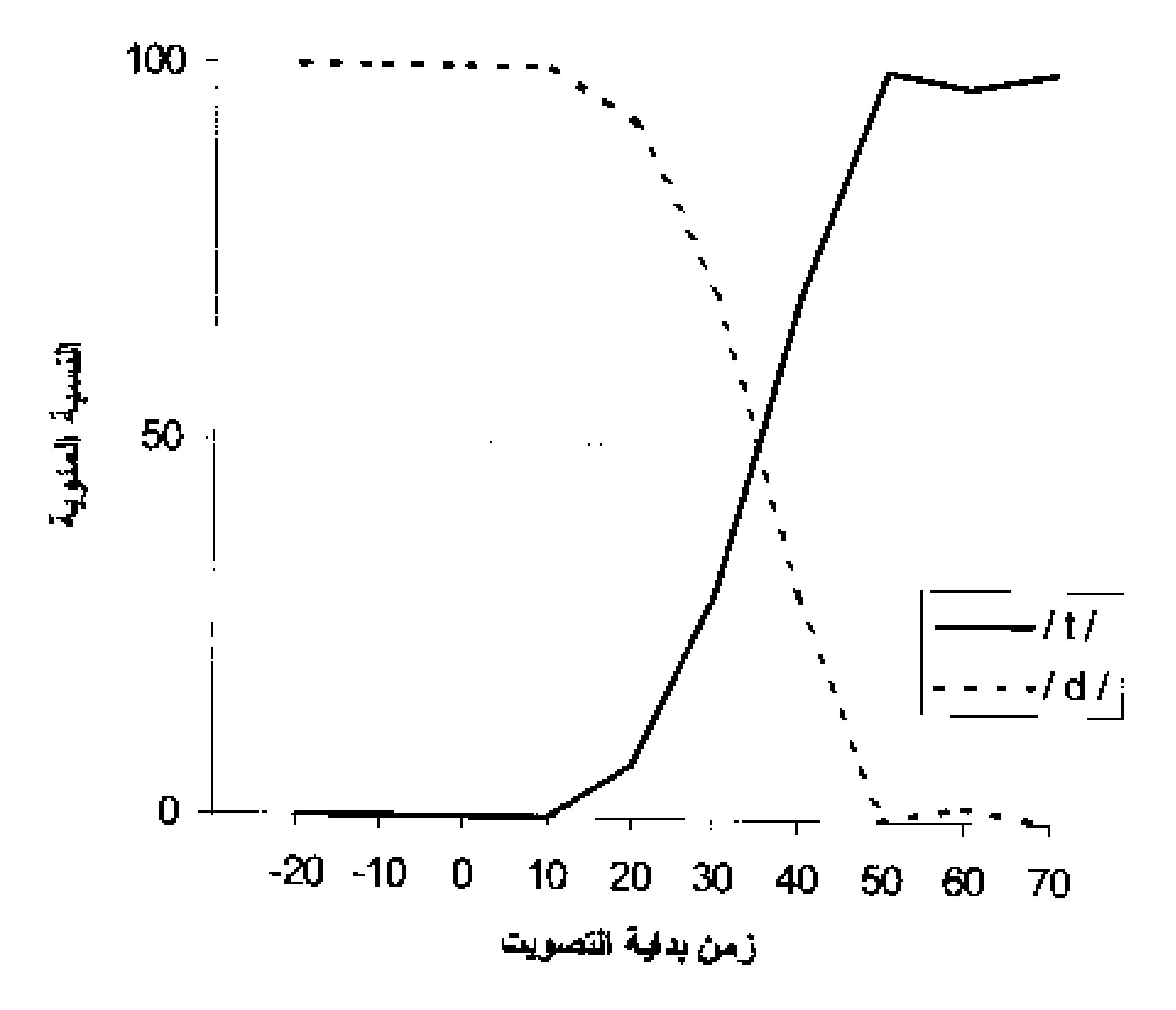
٧. ٢. ١. ١. توقيت بداية التصويت

ذكرنا سابقا بأن توقيت بداية التصويت هو الفارق بين الأصوات المجهورة والمهموسة . ومن ثم فإنه كان من المتوقع أن يكون لها دور أساس بالنسبة للسامع في التفريق بين هاتين المجموعتين من الأصوات اللغوية . وقد اختبر الأصواتيون هذا المشعر فقاموا بتوليد موجات صوتية تمثل موجات كلمات بها صامت وقف مثل /د/ وتدرجوا في توقيت بداية التصويت من −١٠٠ مليثانية إلى +١٠٠ مليثانية . وأظهرت النتائج أن السامع يعتمد على هذا المشعر في التمييز بين صوائت الوقف المجهورة ونظائرها المهموسة .

وقد قمت بتطبيق المبدأ نفسه على اللغة العربية فحصلت على نتائج مشابهة . إلا أن الحد الفاصل بين الأصوات المجهورة والمهموسة يقع على مساحة أكبر من ذلك الموجود في اللغة الإنجليزية . ورغم أن السامع الذي لغته الأم إنجليزية يعتمد اعتمادا كبيرا على توقيت بداية التصويت للتفريق بين الفئتين المذكورتين من الأصوات اللغوية ، إلا أنه يبدو أن الناطقين بالعربية كلغة أم يعتمدون على مشعرات أخرى[١١] إضافة إلى مشعر توقيت بداية التصويت (الشكلان ٧. ٣. ، ٧. ٤.) .

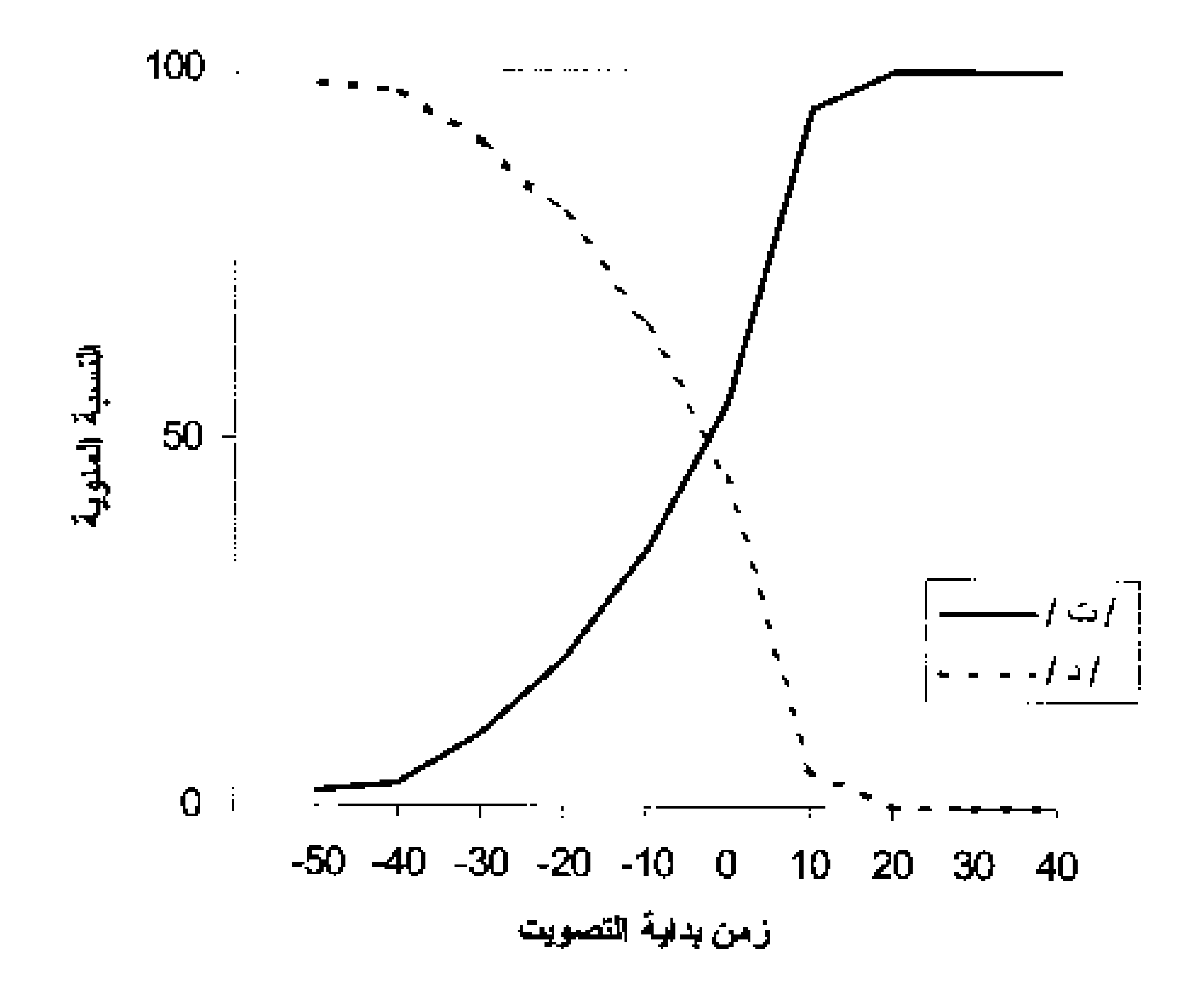
---

[١١] ويبدو لي أنها النطق الرئيسية الانتقالية .



الشكل ٧. ٣.

يبين تأثير مدة بداية التصويت على إدراك مستمع ومتحدث الإنجليزية للصوتين المجهور /d/ والمهموس /t/ ، فالحد بين هذين الصوتين هو عندما تكون مدة بداية التصويت +٣٥ مليثانية . والزمن الفاصل بين الصوتين يقع بين +٢٠ مليثانية و +٥٠ مليثانية (المعطيات في هذا الشكل مأخوذة من Lisker and Abramson 1970) .



الشكل ٧. ٤.

يبين تأثير مدة بداية التصويت على إدراك المستمع العربي للصوتين المجهور /د/ والمهموس /ت/ ، فالحد بين هذين الصوتين هو عندما تكون مدة بداية التصويت –٣٠ مليثانية . والزمن الفاصل بين الصوتين يقع بين –٤٠ مليثانية و +٢٠ مليثانية (المعطيات في هذا الشكل مأخوذة من Alghamdi, 1990) .

٧. ٢. ٢. التردد

يؤدي اختلاف تردد موجات بعض الأصوات اللغوية إلى تغير في إدراكها . فالصوت /س/ ذو تردد عال يفوق ٤٠٠٠ هرتز . فإذا ما انخفض تردده ليقترب من ٢٥٠٠ هرتز فإن السامع يدركه /ش/ .

كذلك بالنسبة لنطق الصوائت الرنينية . إذ إن الصوائت تتشابه فيما عدا تردد النطق الرنينية ، وخاصة النطاقين الرنينيين الأول والثاني . فإذا تغير تردد هذين النطاقين تغير الصائت الذي نسمعه . فالنطاق الرنيني الأول مهم للتفريق بين الصائتين العلويين / ـِ/ ، /ـُ/ من جهة والصائت السفلي /ـَ/ من جهة أخرى . والنطاق الرتيني الثاني هام للتفريق بين الصائتين العلويين .

أود في نهاية هذا الفصل أن أشير إلى أنه في الغالب ما يكون لكل صوت مشعرات متنوعة ومختلفة . فقد وجد في اللغة الإنجليزية أن المشعرات التي تفرق بين الأصوات الشديدة المهموسة والأصوات الشديدة المجهورة تصل إلى ١٧ مشعرة . وهذه ظاهرة طبيعية في اللغة ، وتسمى بالإطناب . فقد نتحدث كثيراً من أجل فكرة واحدة . حتى على المستوى النحوي والصرفي إذ نجد أننا في اللغة العربية على سبيل المثال نقول "كتبت الفتاة واجبها" وهنا يتضح الإطناب وذلك بظهور إشارة التأنيث في كل كلمة . وكان يمكن أن تظهر في الفاعل فقط وهو "الفتاة" أو لا تظهر مطلقاً لأن دلالة "الفتاة"

مؤنثة بطبيعتها دون ذكر دلالة لغوية على ذلك[١٢] . وظاهرة الإطناب لا نجدها في اللغة العربية فقط ولكن في اللغات البشرية جميعها بشكل أو بآخر وعلى جميع المستويات اللغوية بما فيها الفونتيكي. وهذا ليس نقصا أو ميزة للغة ما ، ولكنه يبدو محاولة من المتحدث لإيصال رسالته اللغوية إلى السامع دون لبس .

أما بالنسبة للمشعرات الصوتية فغالبا ما يكون هناك مشعر رئيس ومشعر أو مشعرات ثانوية ، ويستخدم السامع المشعر الثانوي في حالة غياب أو التباس المشعر الرئيس . فعلى سبيل المثال ، المشعر الرئيس للتفريق بين الصوائت الطويلة والقصيرة هو المدة الزمنية للصائت . فالسامع يدرك الصائت ذا المدة الزمنية الأطول على أنه صائت طويل . والعكس صحيح أيضا ، فهو يدرك الصائت ذا الأمد القصير نسبيا على انه صائت قصير . إلا أنه عندما يتساوى أمد صائتين ، فإن السامع يلجأ – لا شعوريا – لمشعر آخر وهو تردد النطق الرنينية في هذه الحالة .

ويندرج تحت ذلك المشعرات الأكوستية الأخرى ومنها توقيت بداية التصويت الخاص بالتفريق بين الأصوات المجهورة والمهموسة . فلقد ذكرنا بأن المشعر الرئيس بين هاتين المجموعتين هو توقيت بداية التصويت . إلا أنه في حالة غياب هذا المشعر ، فإن السامع يعتمد على النطق الرنينية الانتقالية الواقعة بين الصامت

---

[١٢] هذا خلاف دلالة كلمة " مسطرة" التي ليس بها ما يدل على الانوثة .

والصائت المجاور . فعندما تكون النطق الرنينية الانتقالية حادة[١٣] كلما كان الصامت أقرب إلى أن يكون مهموسا .

٧. ٣. الخلاصة

يقوم الجهاز السمعي بعمل عكس ما يقوم به الجهاز النطقي . إذ يقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى إشارات عصبية ترسل إلى الدماغ ليتم تحليلها وتصنيفها . وعندما تكون الموجة الصوتية لغوية فإنها تتعدى المستوى الأكوستي إلى المستوى الفونتيكي الذي تتم فيه عملية تحديد المشعرات الأكوستية ومن ثم التعرف على الأصوات اللغوية .

ونظرا لأن هناك أصواتا كثيرة في اللغة العربية ليست موجودة في لغات تمت دراستها سمعيا ، فإن تحديد المشعرات لكل صوت عربي سيبقى معلقا حتى تنجز دراسات أصواتية سمعية للتعرف على مشعرات الأصوات العربية .

---

[١٣] أي مدتها الزمنية قصيرة نسبيا .

٨. الصوتيات التطبيقية

تظهر على مر التاريخ البشري علوم متعددة تهدف إلى خدمة الإنسان فكرياً وثقافياً وتسهيل مهمته على هذا الكوكب . وهذا العصر من أكثر العصور طفرة في مجال تعدد أنواع المعارف والعلوم . فنجد الجامعات تعج بالتخصصات المختلفة التي ما تلبث أن تزداد كما وكيفاً مع مرور السنين . إلا أن الإنسان غالباً ما يتوقف ليتأمل مدى حاجته لتخصصات معينة . بل ما علاقة تخصص ما بحياته ؟ وما هي الفائدة المرجوة منه ؟

وقد نكون في عالمنا العربي من أقل الناس مساءلة لأنفسنا عن تخصصات كثيرة في جامعاتنا نوليها الكثير من الاهتمام دون تحديد دور هذه التخصصات في الرقي بالمجتمع العربي . ولهذا نجد شيوعاً لبعض التخصصات في معظم جامعاتنا وافتقارها في الوقت نفسه لتخصصات قد نكون في أمس الحاجة لها . ولعل اللغويات بشكل عام والصوتيات بشكل خاص من التخصصات النادر تواجدها في الجامعات العربية . ومن ثم تتبادر إلى الذهن عدة تساؤلات :

هل نحتاج إلى الصوتيات كعلم في جامعاتنا ؟

وهل من المجدي دفع الملايين من الريالات لشراء أجهزة مكلفة لإقامة معامل للصوتيات ، ودفع ملايين أخرى لتدريب متخصصين ؟

هل لأننا كنا رواد هذا العلم قبل أكثر من اثني عشر قرناً ؛ ولذلك اكتفينا بما قدمه الأولون وسنعيش على اجترار إنجازاتهم ؟

هذه محاولة متواضعة في نهاية هذا الكتاب للإجابة على هذه التساؤلات . إذ من المؤسف أن تكون اللغة العربية من أقدم اللغات البشرية التي دُرست أصواتها ، وأن تكون الآن من أقل اللغات البشرية دراسة ليس في مجال الصوتيات فحسب بل في جميع فروع اللسانيات . فالعبرية على سبيل المثال ، لم تُبحث إلا قبل أقل من نصف قرن ، ورغم هذا هناك العديد من الدراسات الأصواتية واللغوية عامة عنها تفوق ما كُتب عن اللغة العربية في العصر الحديث . إننا نتوقع أن نستورد من الخارج ما نشاء من آلات وأجهزة وكتب ودراسات ، إلا أننا لا نتوقع أن يقوم غيرنا بدراسة لغتنا . بل من المخجل أن نتقاعس عن دراسة اللغة العربية ليقوم غيرنا بها .

ولقد عملت مع زملاء في مجالات مختلفة لها علاقة بعلم الصوتيات[1] ، وشاهدت مدى العجز القائم في الصوتيات العربية ، وكيف أنها تفتقر إلى دراسة شاملة ودقيقة وكيف أن هؤلاء الزملاء وجدوا أنفسهم أمام باب مقفل نتيجة لافتقارهم لهذه المعطيات . ولا يستطيع إنجازها باحث بمفرده لحاجتها إلى فرق من الباحثين من

---

[1] كالحاسوب وعلومه وعلاج عيوب النطق والسمع والتعرف على المتحدث من خلال صوته "البصمة الصوتية" .

تخصصات شتى تجمعهم الحاجة للدراسات الأصواتية . وفيما يلي بعض التطبيقات لعلم الصوتيات التي أرجو ألا يطول الأمد حتى تدب فيها الحياة .

٨. ١. الصوتيات والقرآن الكريم

القرآن كلمة الله الخالدة . جاء به الرسول محمد صلى الله عليه وسلم هدى للناس ليستضيئوا به في حياتهم فيما يخدم دينهم ودنياهم . وقد كان صلى الله عليه وسلم شديد الحرص على تحفيظ القرآن للصحابة لينقل كما أنزل إلى المسلمين كافة . هذا الحرص انتقل إلى الصحابة والتابعين ومن تبعهم إذ قام علماء التجويد بوضع قواعد التجويد وتعليمها للقراء ليتوارثوها جيلاً بعد جيل ليس كتابة فحسب بل بتطبيقها عملياً ، ورغم تقديرنا لما بذل في هذا المجال إلا أننا نحتاج إلى قفزة في علم التجويد . وذلك لأن الدارسين المعاصرين أكثر دراية بجسم الإنسان وجهازه الصوتي ، فيطلبون تعريفاً دقيقاً للخصائص الأصواتية من حيث مخارج الأصوات وكيفية إخراجها وأكوستية الأصوات العربية . هذا يستوجب القيام بدراسات معملية للمقرئين المجازين لقراءة القرآن . فعلى سبيل المثال ، لا نزال نستخدم الحركة في قياس المد ، بينما هناك أجهزة عديدة يمكن أن تقيس أمد المد بشكل موضوعي وأكثر دقة . فبذلك نستطيع عند تدريس التجويد القول بأن أمد الحركة ٨٠ مليثانية ، مثلاً ، والحركتين ١٦٠ مليثانية ،

وهكذا . وهذا ينطبق على بقية أحكام التجويد ، فهناك أجهزة متعددة ، كما سيأتي في الفصل اللاحق ، يمكن أن تعطي قياسات دقيقة لكل حكم من أحكام التجويد .

إضافة إلى هذا ، فإن ظهور الآلات ، والأجهزة الحديثة من مكبرات للصوت وآلات تسجيل صوتية يحتم علينا معرفة الموجات الصوتية للقارئين ومن ثم تصميم وإعداد هذه الأجهزة لتلائم أصواتهم . فكثير من هذه الأجهزة صممت لتسجيل وتشغيل أشرطة لمتحدثين أو موسيقي أو مطربين ، فقد يكون هناك اختلاف في الخصائص الأكوستية بين هذه الأصوات وأصوات المقرئين .

وتم مؤخراً تخزين أصوات بعض قارئي القرآن الكريم في الحاسوب . والمتخصصون في الحاسوب يحتاجون إلى معرفة الترددات التي تهم المستمع العربي للقرآن المرتل ، فيتأكدون من تخزينها . كما يحتاجون إلى معرفة الترددات التي لا تؤثر على السامع العربي فيستبعدونها . ذلك لأنهم مقيدون بسعة معينة في مجال تخزين الأصوات . والأصوات تأخذ حيزاً كبيراً أثناء التخزين ، وكلما كان التخزين على مساحة أصغر كان ذلك أسهل وأكثر فعالية عند الحاسوبيين .

٨ . ٢ . الصوتيات واللسانيات

هناك من يعتقد بأن علم الصوتيات خارج علم اللسانيات . ذلك لأنه معملي أكثر من بقية فروع اللسانيات . ولكن بعيداً عن هذا الجدل ، فإن الصوتيات ركيزة أساسية

لعلم اللغويات . كما انه بدون الصوتيات تصبح الدراسة اللغوية شبه مستحيلة . إذ كيف تُدرس لغة وأصواتها غير محددة وواضحة ؟ فالأصوات هي اللبنات التي تتكون منـــها المقاطع التي تشكل الكلمات والتي بدورها تُكون الجمل . فبدون تحديد اللبنات لا يمكن تحديد البناء . فمن لديه معرفة بالصوتيات يستطيع كتابة لغة أو لهجة حية لم تكتب من قبل وذلك باستخدام أبجدية الأصوات العالمية . ثم من هنا تبدأ الدراسات اللغوية العليـــا والتي تشمل علم الفونولوجيا ، وعلم الصرف ، وعلم النحو ، وعلـــم الدلالـــة وبقيـــة الفروع اللغوية الأخرى .

يبقى السؤال ، كيف نُدرس اللسانيات في جامعاتنا دون إعطاء الصوتيـــات أهميـــة تذكر حتى على مستوى الدراسات العليا ؟ وقبل أن نهتم باللسانيات بمفهومها الشامل ، هل لدينا صورة واضحة عن أصوات اللغة العربية ؟

في واقع الأمر ، أن أصوات العربية غير محددة المعالم ، فلغة الضاد ضادها يكاد يكون غير منطوق وغير مدروس دراسة علمية دقيقـــة . التصنيـــف الـــذي وضعـــه اللغويون العرب القدامى للأصوات العربية غير متفق على تفسيره بلغة العصر من قبل اللغويين المعاصرين . بل ونموذج أصوات اللغة العربية الفصحى الحديثة غير متفـــق عليه أيضاً ، وفي جميع الحالات يختلف عن النموذج القديم . وأرى أن السبب الأساس خلف هذا الغموض هو قلة الدراسات الصوتية المعملية ، وتهميشنا للصوتيات كعلم .

٨. ٣. الصوتيات واكتساب اللغة الأم

هناك متابعة دقيقة لاكتساب الطفل للغته الأم في كثير من اللغات الغربية . ومـــن المهارات اللغوية اكتساب الطفل للمشعرات الصوتية . فعلى سبيل المثـــال ، وجـد أن الطفل الذي يعيش بين أناس يتحدثون اللغــة الإنجليزيــة يفــرق بيــن /pa / و /ba/ مستخدما توقيت بداية التصويت كمشعر صوتي وهو في الشهر الأول من عمره . وبعد أن يتقدم به السن يبدأ في نطق الأصوات اللغوية ، فيمر بعدة مراحل حتـــى يســـتطيع نطق أصوات لغة مجتمعه .

والطفل يتدرج في نطق الأصوات اللغوية فيبدأ بأصوات مثـــل /ب/ ، /د/ لينتـــهي بأصوات مثل /ء/ ، /ط/ ، /ص/ . وفي كل حالة فهو لا ينطق الأصوات ولا يســمعها مثلما يفعل البالغون . ولقد دُرس تطور الأصوات اللغوية لكثير من اللغات . ولا تزال العربية فقيرة في هذا المجال .

نتائج دراسات من هذا النوع تخدم النظريات اللغوية بالإضافة للتطبيقات العملية لها في مجال علاج اضطرابات التخاطب والسمع وتشخيص حالة من يعاني من تأخر فـــي اكتساب اللغة . فبدون نموذج لتطور اكتساب أصوات اللغة العربية عنــــد الأطفـــال ، تصبح حالتا التشخيص والعلاج لأطفال لديهم اضطرابات لغوية من الصعوبة بمكان .

٨ . ٤. الصوتيات وتعلم اللغة الأجنبية

عادة ما يواجه من يتعلم لغة أجنبية فونيمات جديدة ، وقواعد جديدة وكلمات جديدة . وعليه معرفتها ومحاولة تطبيقها أثناء استخدام لغته الأجنبية . فيجد العـــرب الذيـــن يدرسون اللغة الإنجليزية فونيمات لم يعهدوها في لغتهم أو لهجتهم العربية ، على سبيل المثال : /p/ ، /v / . إضافة للأصوات الجديدة هناك ما يبدو لنا بأنه موجود في لغـــة المتعلم الأم ، إلا أنه في واقع الأمر ليس الصوت نفســـه ، مثـــل /s/ ، /z / ، فـــهما موجودان في اللغة العربية والإنجليزية إلا أن الفرق بين نطقهما في اللغة الإنجليزيــــة واللغة العربية ليس هو الفرق نفسه . ومن ثم فإن المشعرات التي يستخدمها سامع اللغة الإنجليزية كلغة أم وتلك التي يستخدمها سامع اللغة العربية ليست واحدة فيحدث ســـوء إدراك عند استخدام اللغة الأجنبية . فقد نسيء التفريق في النطق بيـــن و . فالأولى تنتهي بـــ /s/ والثانية بـــ /z/ . والخلط هنا ليس ناتج عن كون الكلمتين لهما الكتابة نفسها ، ولكن لأننا لا نفرق بين نطق الكلمتين لأن المشعرة التـــي نعتمد عليها لتمييز /ز/ عن /س/ في اللغـــة العربيـــة مختلفـــة . فالنـــاطقون باللغـــة الإنجليزية يعتمدون على أمد الصائت السابق لهذين الصوتين ، فـــإذا كـــان الصـــائت طويلاً نسبياً فإنهم يسمعون الصامت الأخير /z/ وإذا كان قصـــــيراً نســـبياً فإنــــهم يسمعونه مهموساً /s / ، إذ لا يوجد فرق بين الصوتين عند نطقهما من حيث تـــردد

الحبلين الصوتيين ، فكلاهما ينطقان مهموسين . أما في العربية فإننا نعتمد في سماعنا على تردد الحبلين الصوتيين أثناء نطق /ز/ وانعدامه أثناء نطق /س/ .

لقد تمت دراسة كثير من اللغات الأجنبية وخصوصاً الغربية منها – الإنجليزية ، الروسية ، اليابانية ، الفرنسية ، الألمانية ... – ومن ثم تم تحديد مخارج وطرق نطق أصواتها وتحديد مشعراتها الصوتية . ونحتاج إلى دراسات مشابهة عن اللغة العربية . عندها نستطيع مساعدة من يرغب من العرب في تعلم لغة أجنبية ومن يرغب من العجم في تعلم اللغة العربية لينطق لغته الأجنبية نطقاً سليماً . كما أن هؤلاء المتعلمين للغات الأجنبية يحتاجون لدراسة المشكلات التي تعترضهم في نطق وإدراك أصوات اللغات الأجنبية ومن ثم وضع البرامج التي تسهل لهم تجاوز هذه الصعوبات .

٨. ٥. الصوتيات وعلاج عيوب النطق والسمع

هناك علاقة قوية بين الصوتيات وعلاج عيوب النطق والسمع . فعلى الأصواتي أن يوفر معطيات عن الأصوات اللغوية : مخارجها ، والعضلات والأعضاء التي لها دور في نطقها ، وخصائصها الفيزيائية ومشعراتها الصوتية . فيكون الأصواتي بهذا قد قدم نموذجاً للأصوات اللغوية للعاديين يستضيء بها معالج عيوب النطق والسمع . كما أن النتائج النظرية التي يتوصل إليها الأصواتي تساعد في وضع طريقة للعلاج .

ولا شك أن الأصواتي أيضاً تفيده تجارب ودراسات معالج عيوب النطـــق والســمع ؛ فالعلاقة ذات اتجاه مزدوج بين الحقلين .

ولقد بدأ الاهتمام في المملكة مؤخراً بهذه الفئة من الناس الذين لديهم عيـــوب فـــي النطق أو السمع . ففتح قسم (أو فرع من قسم) بجامعة الملك سعود لتخريج المؤهليـــن من معالجي عيوب النطق والسمع . إلا أن هذا الفرع لديه عجز في المعلومـــات عـــن أصوات اللغة العربية ، مما يجعل العاملين فيه إما يعتمدون على دراسات عملت علـــى لغات أخرى أو الاجتهاد في وضع تصور عن أصوات اللغة العربية . ولا أرى حقـــلاً مثل حقل علاج عيوب النطق والسمع يستطيع القيام برسالته دون الاستفادة من جـــهد الأصواتيين وذلك للارتقاء بالصوتيات وتقديم معطيات غنية ودقيقـــة عـــن أصـــوات العربية .

٨. ٦. الصوتيات والتعدي على الماركات المسجلة

تقوم بعض الشركات بالتعدي على ماركات مسجلة لشركات أخرى ، وذلك بإنتـــاج السلعة نفسها أو سلعة مشابهة تحمل الاسم نفسه . وتكاد تُجمع معظم دول العالم علـــى تحريم هذا النوع من التعدي ، ليس فقط لحماية الشركات ذات الســـمعة الحســـنة فـــي السوق التجاري ولكن أيضاً لحماية المستهلك . ولأن هذا التعدي غير مســـموح بـــه ، قامت بعض الشركات بالتحايل عليه للاستفادة من سمعة ماركة مسجلة أخرى اكتسبت

صيتاً جيداً لدى المستهلك . فتضع الأخيرة لسلعتها اسماً قريباً من الاسم المقلد لدرجة أن المستهلك ينخدع بسهولة عند شرائه لهذه السلعة . إذن فالتعدي على الماركات المسجلة إما أن يكون كاملاً – يتطابق مع الماركة الأصلية – أو جزئياً – يقترب أو يبتعد عن درجة التطابق . فإذا علمنا أن التعدي الكامل غير مسموح به ، فمن يحدد ما إذا كان التعدي الجزئي يضر أو لا يضر بمصلحة الماركة المقلدة ؟

يأتي هنا دور الصوتيات في تحديد درجة التشابه بين الاسمين وما إذا كان المُقلِد قد تعدى فعلاً على حقوق الماركة المقلَدة أم لا . واضرب هنا مثلاً لقضية رفعت إلى إحدى المحاكم الأمريكية .

رفعت محطة الإذاعة الأمريكية WMEE – التي تأسست في عام ١٩٧١ م وكانت الإذاعة المفضلة لدى كثير من المستمعين – دعوى قضائية ضد محطة إذاعية أمريكية أخرى تدعى WMCZ – تأسست في عام ١٩٨٤م – بحجة أن المحطة الجديدة أُختير لها اسم مشابه لاسم المحطة الأولى مما يجعلها تستفيد من سمعة المحطة الأولى وهذا يضر بمصلحة المحطة الأولى ؛ إذ تربك السامع فيجد صعوبة في التمييز بين الإذاعتين عند سماعه أحد الاسمين . وقد استعان محامي المحطة الأولى بأصواتي من جامعة انديانا – بلومنقتن – أفاد بعد تحليله للموجات الصوتية لكلا الاسمين أنهما متشابهان لدرجة إمكانية إرباك السامع . وكان حكم القاضي للمحطة الأولى .

ويوجد في أسواقنا كثير من السلع المتشابهة لدرجة كبيرة ، وخصوصاً قطع غيار السيارات والعطور وأدوات الزينة . إذ لا يكتفي المقلد باستخدام علبة أو وعاء مشابه في اللون والشكل بل ويحاول استخدام اسم شبيه أيضاً، وأورد هنا بعض الأمثلة على ذلك :

الأحذية "أيداس" Adidas و "أديباس" Adibas .

مبيض الملابس "كلوركس" Clorox و" كوينكس" Quneex .

المطهر "ديتول" Dettol و "داك" Dac .

زيت الذرة "عافية" Afia و "الفا" Alfa .

صابون الشعر "هيد أند شولدر" Head and Shoulder و "هير اند شولدر" Hair and Shoulder .

القنوات الفضائية مثل : BBC LBC MBC NBC .

٨. ٧. الصوتيات والأدلة الجنائية

تسعى المجتمعات السوية جاهدة إلى الحد من الجرائم بجميع أشكالها . فالفرق كبير بين من هو آمن على نفسه وماله وأهله ويرى الناس من حوله في حالة مشابهة وبين من هو عكس ذلك . فالمجال أمام الأول رحب للإنتاج والعمل اللذين يعودان على مجتمعه بالخير . أما الآخر فمشغول بحماية نفسه ومن يعول وما يملك .

ومن ثم فإن دقة الأدلة الجنائية هي إحدى عوامل الحد من الجرائم ، فكلما كانت الأدلة دقيقة كان من السهل القبض على المجرم وعدم التعرض للأبرياء . فالقبض على بريء أو ترك مجرم يعيش بحرية دون القبض عليه ، كلاهما مضر بأمن المجتمع . والهدف من دقة الأدلة الجنائية تلافي الحالتين السابقتين .

والبصمات من الأدلة الجنائية المستخدمة في الوقت الحاضر . والبصمة تعني ما يميز فرد من الناس عن بقية الأفراد من بني جنسه . وقد ظهر منها بصمة الأصابع ، وبصمة القزحية[٢] ، والبصمة الإحيائية[٣] . وهناك محاولات مستمرة لإثبات أن هناك "بصمة صوتية" وحيث أنه لم يثبت هذا لحد الآن فسأستخدم مصطلح التعرف على المتحدث بدلاً من البصمة الصوتية .

يستند الباحثون في مجال التعرف على المتحدث على أساسين متينين . فالأساس الأول ، أن كل إنسان مر بطفولة فريدة وبذلك تكون لديه عقلية أو نفسية فريدة ، ومن ثم فإن لكل إنسان طريقة فريدة في الكلام نتيجة للإصدار الفريد لكل دماغ للإشارات الكهربائية من الدماغ إلى الجهاز الصوتي وبهذا يكون نسق هذه الإشارات مختلف من إنسان إلى آخر . والأساس الآخر ، أن لكل إنسان جهازاً صوتياً فريداً ، بحيث لا يتطابق جهازان تطابقاً تاماً . ولهذين السببين ، فإننا نتوقع أن يكون لصوت

---

[٢] الجزء الملون من العين ، والذي يظهر باللون الأسود أو البني أو الأزرق .

[٣] ما يعرف بالدي إن أيه DNA ، والذي يمكن بواسطته التعرف على شخص بناء على عينة من جسمه كالدم أو خلايا الجلد أو الشعر .

كل إنسان خاصية أكوستية واحدة أو أكثر ينفرد بها عن بقية الناس . وتكمن المعضلة هنا في إثبات ذلك معملياً .

والواقع أن الباحثين في هذا المضمار يجدون صعوبة في إثبات ذلك للسببين اللذين اعتمدوا عليهما . فرغم أن لكل إنسان نظامه الدماغي وجهازه الصوتي الخاصين به ، إلا أن المشكلة تكمن في ثبات هذين الأساسين . فنفسية الإنسان ليست دائماً ثابتة ، إذ إن أي تغيير في مزاج الإنسان كالفرح والغضب والخوف يؤدي إلى تغير في نظام إرسال الإشارات العصبية إلى الجهاز الصوتي ؛ ولهذا نستطيع في أحيان كثيرة أن نستشف الحالة النفسية لمحدثنا عبر الهاتف . إضافة إلى ذلك فإن الجهاز الصوتي نفسه معرض للأمراض ونزلات البرد التي تؤثر على أدائه ، ومن ثم ينعدم عامل الثبات للخصائص الأكوستية الشخصية لصوت المتحدث . ومن هنا يظهر بعدي المشكلة . ونتيجة لذلك يبرز من وقت لآخر مؤيدون ومعارضون لاستخدام التعرف على المتحدث كدليل معزز في المحاكم .

ومن المشاكل التي تعترض طريق الباحثين في مجال التعرف على المتحدث . أن الأصوات غالباً ما تكون مسجلة على أجهزة تسجيل عادية وباستخدام الهاتف أحياناً . وهذا يجعل الموجات الصوتية اللغوية غير واضحة أو مشوشة أو فقدت بعض الترددات .

وهناك طريقتان للتعرف على المتحدث . الأولى الاستعانة بالحاسوب ليقوم بالتعرف على ما إذا كان صوت لغوي ما مطابقاً لصوت آخر . وتتم هذه العملية دون التدخل البشري . إذ إن الحاسوب ينجز هذا العمل بناء على برمجة مسبقة يقوم نتيجة لها بالمقارنة بين تسجيل لمتحدث/لمتحدثين. ليعطي بعدها نسبة احتمال أن يكون مصدر الصوتين واحداً . الأخرى أن يستخدم الأصواتي جهاز المطياف لمقارنة الرسوم الطيفية للأصوات المطلوب مقارنتها .

٨. ٨. الصوتيات والاتصالات السلكية واللاسلكية

يعتمد مدى نجاح نقل الأصوات اللغوية باستخدام الأجهزة السلكية واللاسلكية على مدى وضوح الصوت المنقول . إلا أن الشركات المصنعة لهذه الأجهزة تحاول موازنة تكلفة التصنيع مع وضوح الصوت ؛ إذ إنه كلما كان الصوت المنقول واضحاً كلما ارتفعت تكاليف التصنيع . ومن ثم تعمد شركات الهاتف – على سبيل المثال – إلى إرسال موجات الصوت اللغوية ذات التردد الذي لا يتجاوز ٤٠٠٠ هيرتز وتحجب الترددات ما فوق ذلك علماً بأن تردد موجات الصوت اللغوية يصل إلى ١٠ كيلو هرتز[٤] . فيكون الصوت بذلك واضحا لدرجة كافية للسامع ، ولا يكلف شركة الهاتف كثيراً . وللحفاظ على هذا التوازن تعمد الشركات ذات العلاقة بالاستعانة بأصواتيين ،

---

[٤] الكيلو هرتز = ١٠٠٠ هرتز .

بل وتنشئ بعضها مراكز للبحث في مجال الموجات الصوتية مثل شركة "ايه تي انـــد تي" AT&T وشركة "بل" BELL . فدور الأصواتي هنا هو تحديد مـــا إذا كـــانت المشعرات الصوتية المنقولة كافية للسامع لدرجة أنها لا تسبب له سوء إدراك ، وقريبة من الأصوات المنقولة عبر الهواء في حالة المحادثة الطبيعية . إضافة إلى ذلك ، فـــإن هناك خُطاً حثيثة نحو استخدام الحاسوب في الاتصالات كاستخدامه بدلاً من موظـــف الاستعلامات على سبيل المثال .

ويندرج على أجهزة التسجيل ما ذكر عن أجهزة الاتصالات . فللمحافظة علـــى نقـــاء الصوت والترددات التي يعتمد عليها السامع في إدراك الأصوات اللغوية ، فإننا نحتـــاج إلى لاقط صوت – ميكرفون – ونظام تسجيل ومكبرات للصوت تتلاءم مع الخصائص الفيزيائية للأصوات اللغوية .

٨. ٩. الصوتيات وتوليد وإدراك الأصوات اللغوية آلياً

ظهر مؤخراً استخدام الحاسوب في التخاطب . والتخاطب هنا هو المقـــدرة علـــى إخراج الأصوات اللغوية بدرجة مفهومة لدى السامع ، والمقدرة على إدراك ما يقولـــه المتحدث للحاسوب . إلا أن هاتين المقدرتين لم تقتربا من قدرتي الإنسان ، ولا يـــزال البحث فيهما في أول الطريق . وأول ما بدأ العمل في ذلك لم يتجاوز الاستجابة لأوامر محددة ومحدودة . فعلى سبيل المثال ، ظهرت لعب أطفال تستجيب لبعـــض الأوامـــر

التي يوجهها الطفل . فعندما يقول لها " أمام" فإنها تتحرك إلى الأمام وهكذا عندما يقول لها "يمين" أو "يسار" أو "خلف" . وظهرت سيارات عادية تستجيب لبعض الأوامـــر ، كالتحكم في المذياع أو اتجاه المرايا . وقد طورت بعض مصـــانع الطـــائرات أنظمـــة إلكترونية لتنفيذ أوامر تصدر عن الطيار .

إلا أنه قبل الشروع في إدراك الموجات الصوتية آلياً وتصنيعـــها ، فـــإن خـــبراء الإلكترونيات والحاسوب يحتاجون لمعطيات عن الأصـــوات اللغويـــة قبـــل برمجـــة الحاسوب . واللغة العربية لا تزال تفتقر إلى الكثير من البحث في مجـــال الصوتيـــات لتوفير المعطيات اللازمة لخبراء الحاسوب للقيام بعملهم في هذا المجال .

٨. ١٠. الخلاصة

للصوتيات تطبيقات عديدة في حياتنا . فهي تدخل في كل ما له علاقة بـــالأصوات اللغوية . ونظرا للتطور التقني الكبير الذي نشهده في هذا العصر والحاجة لاســـتخدام اللغة المنطوقة في التواصل بين الناس من جهة وبين الإنسان والآلة من جهة أخـــرى فإن الصوتيات التطبيقية تتوسع ، ونتوقع أن تشهد توسعا أكبر في السنوات القادمـــة . ويرافق هذا التوسع تطور نقل الموجات الصوتيـــة وتخزينـــها والتحكـــم فـــي الآلات والأجهزة .

إن هناك مجالات عديدة للمعارف الإنسانية تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على ما يقدمه علماء الصوتيات ، وإذا لم يكن هناك تطور حثيث ودقيق في الصوتيات فإنه يعني تأخر علوم وتطبيقات أخرى من السير قدما في تطورها لما فيه خدمة الإنسانية وازدهارها .

٩. أجهزة الأصواتيين

سبق أن ذكرنا بأن معظم الدراسات الأصواتية المعاصرة تقوم نتائجـــها علـــى استخدام أجهزة معقدة ومتطورة مما يعطي مصداقية للنتائج التي يصل إليها الأصواتـــي في دراساته . وفيما يلي أسماء بعض الأجهزة الشائعة الاستخدام في فروع الصوتيـــات الثلاثة .

٩. ١. أجهزة لها علاقة بالصوتيات النطقية

٩. ١. ١. مقياس التنفس Spirometer / Respirometer

وهو عبارة عن أنبوب مطاطي متصل بجهاز قياس لحجم وزمن واتجـــاه مـــرور الهواء عبر الأنبوب . يوضع الأنبوب في الفم أثناء التجربة ويتم إغلاق فتحتي الأنف . وأثناء عملية التنفس يقوم الجهاز بقياس كمية هواء الزفير والشهيق .

يعد الهواء الخارج من الرئتين مصدر الطاقة الرئيس للجهاز الصوتي لنطق معظـم الأصوات اللغوية ، وبالتالي فإن التعرف على حجم هواء الزفير والشهيق وزمن كـــل منهما في الظروف المختلفة يعين على فهم فترات الكلام المتعلقة بكل ظرف . كمـــا أن مقياس التنفس يساعد على معرفة حجم وزمن الهواء المستخدم في التنفـــس أثنـــاء متغيرات أخرى كالسن والجنس والصحة . بمعنى أخر ، يقيـــس مقيـــاس التنفـــس

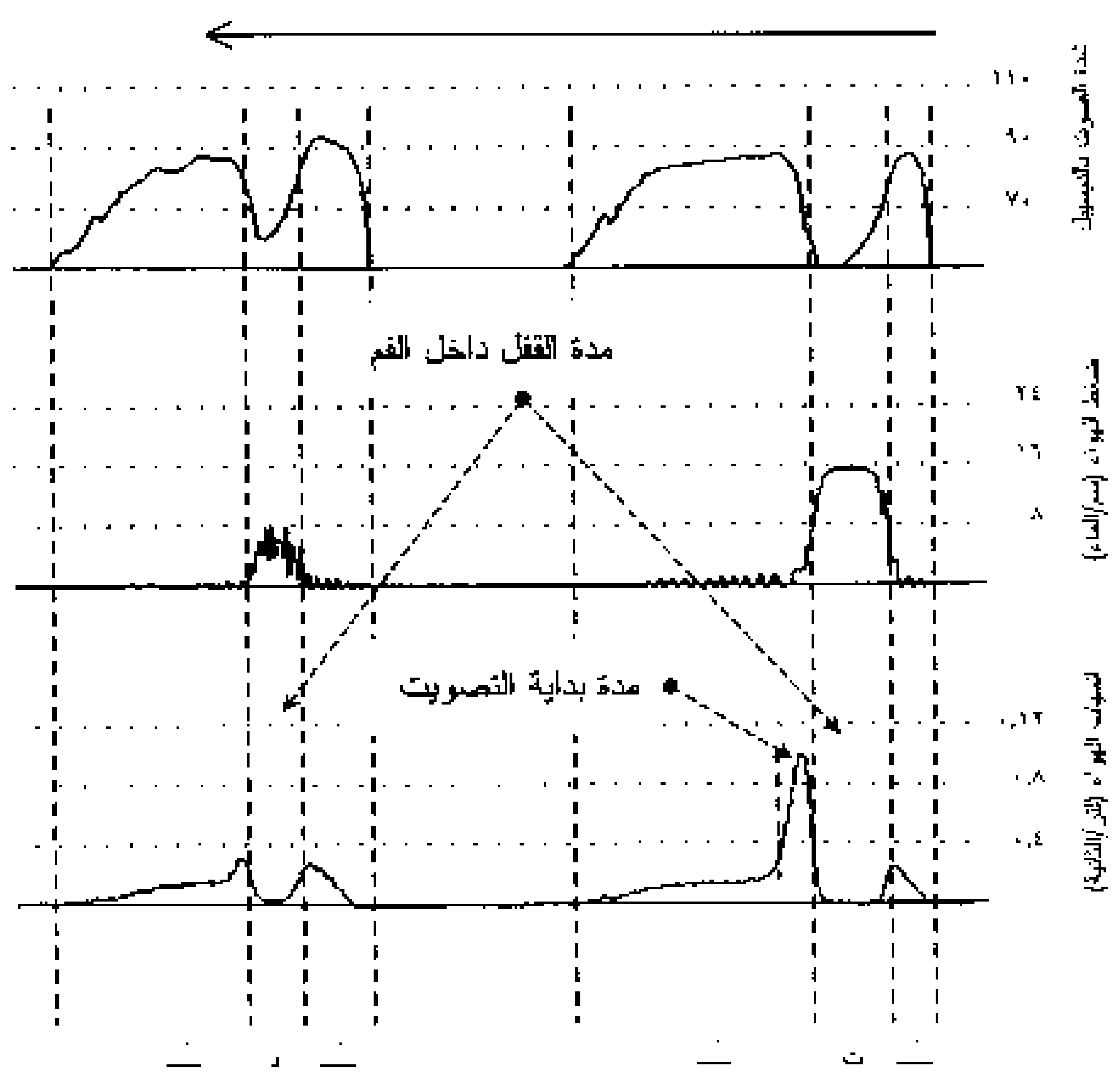
مخزون مصدر طاقة الجهاز الصوتي الذي لا يمكن أن يقوم بدوره بشـــكل طبيعـــي بدونه .

٩. ١. ٢. مقياس انسياب الهواء Pneumotachogrraph

يتكون جهاز قياس انسياب الهواء من كمامة تغطي الفم والأنف مع وجود عـــازل بينهما لعزل الهواء الخارج من كل منهما عن الآخر ، كما وقد تحتوي الكمامة علـــى لاقط صوتي microphonc . الكمامة متصلة بجهاز قياس حجم الهواء الخارج مـــن الأنف وذلك الخارج من الفم بالنسبة لعامل الزمن . ويقوم الجهاز بعرض نتائج قيـــاس حجم هواء الزفير الخارج من الأنف والفم كل على حده وأيضاً عرض ذبذبات موجات الكلام المصاحبة وذلك لتسهيل تجزئة الأصوات . وفي بعض الكمامات لا يوجد عازل بين الأنف والفم ومن ثم فإن الجهاز يعرض إجمالي حجم الهواء الخارج مـــن الأنـــف والفم معاً .

يقوم الجهاز الصوتي بالتحكم في انسياب هواء الشهيق وذلك باعتراض أعضـــاء الجهاز الصوتي للهواء أثناء الكلام . ويتأثر انسياب الهواء تبعـــاً لنوعيـــة الأصـــوات المنطوقة . ويأتي دور جهاز مقياس انسياب الهواء في معرفة حجم الهواء الخـــارج من الجهاز الصوتي مع كل صوت ، وعلاقة حجم الهواء مع الأوضاع المختلفة للجهاز الصوتي . فمن المعلوم أن حجم الهواء الخارج من الجهاز أثناء نطق / ز / أقـــل مـــن

ذلك المصاحب للصوت /س/ حيث إن الرقيقتين الصوتيتين تعيقان انسياب الهواء فـــي الأول فيقل حجم الهواء الخارج وذلك بعكس ما يحدث أثناء نطق /س/ ويمكن بواسـطة هذا الجهاز معرفة ما إذا كان الصوت أنفياً أم فموياً أم أنفموياً ، وذلـــك بتتبـــع حجـــم الهواء الخارج من الفم والأنف أثناء نطق الصوت موضع الدراسة (الشكل ٩. ١.) .



الشكل ٩. ١.

ثلاثة رسوم بيانية لنطق / ـَـ ت ـَـ / ، / ـَـ د ـَـ / حيث الفرق بين الصامتين هو في الجهر ، فالأول مهموس والآخر مجهور .

- يبين الرسم البياني الأول شدة الصوت ، وأشد ما يكون في حالة الصوائت .
- ويبين الرسم البياني الثاني ضغط الهواء داخل الجهاز الصوتي ، وأشد ما يكون في الصوامت المهموسة .
- ويبين الرسم البياني الثالث كمية الهواء الخارج من الجهاز الصوتي ، وأعلى ما تكون عندما يكون ممر الهواء غير معاق كما هي الحالة عندما تكون الرقيقتان الصوتيتان متباعدتين واللسان منخفضاً مما يسمح للهواء بالانسياب (مدة بداية التصويت) .

٩.١.٣. منظار الحنجرة Laryngoscope

يتكون منظار الحنجرة الحديث fiber-optic laryngoscope من أنبوب مرن مصنوع من مادة ناقلة للأشعة الضوئية ، ينتهي أحد طرفيه بعدسة شيئية والطرف الآخر بمصدر إضاءة وعدسة عينية تكون متصلة في الغالب بآلة تصوير . يتم إدخال الطرف الذي ينتهي بالعدسة الشيئية عبر إحدى فتحتي الأنف إلى التجويف الأنفي حتى تشرف العدسة على الحنجرة من خلف اللهاة . وتمر الأشعة الضوئية عبر الأنبوب لتضئ المنطقة المظلمة في الحلق ، وتنتقل صور الحلق عكسياً عبر العدسة الشيئية والأنبوب إلى العدسة العينية فآلة التصوير حيث يتم تسجيل الصور على شريط فيديو أو التقاط صور ثابتة للحلق والحنجرة أثناء الكلام (الشكل ٣. ٧.) . ومن مميزات منظار الحنجرة أنه بإمكان الشخص الذي تقام عليه التجربة التحدث بصورة طبيعية إلى درجة كبيرة أثناء التجربة .

الحنجرة والحلق من أعضاء الجهاز الصوتي التي لا يمكن مشاهدتهما بالعين المجردة أثناء الكلام . لذلك فإن منظار الحنجرة مفيد في تحديد الأعضاء التي تدخل في نطق الأصوات التي مخارجها من الحلق أو الحنجرة . وهذا يفيد في دراسة مخارج أصوات كالعين والحاء والهمزة والهاء في اللغة العربية والتي لا تزال مخارجها وكيفية نطقها غير معروفة بشكل دقيق .

٩ . ١ . ٤ . مكهار العضلات (EMG) Electromyograph

يتحكم في الجهاز الصوتي ما يقرب من مائة عضلة تجعل الجهاز الصوتي في أوضاع مناسبة لإخراج الأصوات التي ننطقها ، ويتم هذا في انسجام تام وتحت إدارة مباشرة من الدماغ . ويستخدم جهاز مكهار العضلات لمعرفة حركة العضلات المصاحبة لنطق الأصوات ، وذلك بقياس الشحنة الكهربائية الواردة من الدماغ إلى العضلات والتي تؤدي إلى تقلص العضلات ، ومن ثم يتم تتبع وضع العضلات التي تشارك في حركة إخراج صوت ما ودرجة تقلصها .

ويتكون الجهاز من حالب (قطب كهربائي) electrode على شكل إبرة رفيعة تُدخل في نسيج العضلة المراد متابعة انقباضاتها أو على شكل قطعة رقيقة من المعدن يُكتفى بوضعها على سطح الجلد الذي يغطي العضلة موضوع الدراسة . ولأن الكهرباء التي يلتقطها القطب ضعيفة جداً فإنه يتم توصيل القطب بمضخم ومن ثم تُرسم الإشارة على الورق أو شاشة الحاسوب للدراسة .

٩ . ١ . ٥ . الأشعة السينية X Ray

تستخدم الأشعة السينية في تصوير أعضاء الجهاز الصوتي أثناء النطق . حيث تسلط الأشعة السينية على الجهاز الصوتي ، وتستقبل آلة تصوير الأشعة النافذة من الجهاز الصوتي ليتم التقاط صور ثابتة أو تسجيلها على شريط فيديو . ونظراً لخطورة

التعرض للأشعة السينية لفترات طويلة نسبياً ولعدم وضوح بعض الأعضاء في الصور الملتقطة و أيضاً لعدم إعطاء صور دقيقة لحقيقة حركة الأعضـــاء الصوتيـــة بأبعادهـــا الثلاثة ، فإن هذه الطريقة لم تعد تلقى استحسانا كثيرا من علماء الأصوات رغم ظهور تقنيات متطورة مثل الأشعة السينية المخفضة microbeam-X ray والتصوير الطبقي tomography .

٩ . ١ . ٦. رسام الحنك الإلكتروني Electropalatogrph

طور رسام الحنك الإلكتروني ليحل محل رسام الحنك palatograph ، ورســـــام الحنك عبارة عن رش بودرة سوداء على حنك المتحدث الذي يشـــترك فـــي التجربـــة ويكون فمه مفتوحا ثم يطلب منه نطق صوت واحد مثل /س/ ، بعد ذلك تؤخذ صـــورة فوتوغرافية للحنك لمعرفة مخرج الصوت . إلا أن هذه الطريقة متعبة ومكلفة إضافـــة إلى أنه لا يمكن متابعة مراحل حركة اللسان أثناء نطق صوت واحد أو عدة أصوات . لهذا تم تطوير رسام الحنك الإلكتروني .

يقوم جهاز رسام الحنك الإلكتروني برسم أجزاء الحنك التي يلامسها اللسان أثناء الكلام كل ١/١٠٠ من الثانية = ١٠ مليثانية . يتكون هذا الجهاز من حنـــك صنـــاعي مصنوع من البلاستيك ويحتوي على ٦٤ حالباً – يزيد عددها أو ينقص حســـب نـــوع الجهاز . يتم تثبيت الحنك الصناعي في الفم ملاصقـــاً للحنـــك الطبيعـــي وموصـــلاً

بحاسوب . أثناء التجربة ، يعرض الجهاز الحوالب التي يلامسها اللسان أثناء التحــدث إما على الشاشة أو بالطباعة على الورق (الشكل ٢. ١.) .

هذا الجهاز لا يفيد في دراسة مخارج الأصوات فحسب بل وفي دراسة النطــق المشترك coarticulation ومشاكل النطق وظاهرة البلع .

ورغم ما يؤخذ على رسام الحنك الإلكتروني من أن الإنسان لا يتحدث بصـــورة طبيعية مع وجود جسم غريب في فمه إلا أنه مأمون خلاف استخدام وســـائل أخـــرى كالأشعة السينية ولقد أعطى نتائجاً جيدة في كثير من الأبحاث المنشورة .

٩. ١. ٧. رسام الحنجرة الإلكتروني Electrolaryngograph

الحنجرة إحدى الأجزاء المهمة في الجهاز الصوتي ، حيث تحتوي على الرقيقتيــن الصوتيتين اللتين هما المصدر الأساس لمعظم الأصوات اللغوية إضافة إلى دورهما في النبر stress والتنغيم intonation . وبالتالي فإن دراستهما تعد ضرورية بناء علـــى الدور الذي تلعبانه أثناء التحدث . ورسام الحنجرة الإلكتروني مـــن أســـهل الأجـــهزة استخداماً وأقلها تأثيراً على المتكلم .

ويتكون الجهاز من حالبين يوضعان على ســـطح الجلـــد المغطـــي لغضــــروف الحنجرة بحيث يقعان على الصفيحتين الغضروفيتين thyroid cartilages . يتـــابع الحالبان حركة تقارب الرقيقتين الصوتيتين أثناء إصدار الصوت ، وتُنقل الإشارة إلـــى

جهاز عرض أو رسم والجهاز يقيس تردد الرقيقتين الصوتيتين ونمط التردد ، وله فوائد في تحديد ما إذا كان عمل الرقيقتين الصوتيين غير طبيعي .

٩. ٢. أجهزة لها علاقة بالصوتيات الأكوستية

٩. ٢. ١. عارض الذبذبات Oscilloscope

يقوم عارض الذبذبات بتحويل الطاقة الصوتية (التغييرات في ضغط الهواء أو الموجات الصوتية) إلى طاقة كهربائية تعرض مع عامل الزمن على شاشة عرض صغيرة ، حيث تظهر التغييرات في شدة الصوت . ومن العرض المبين على الشاشة يمكن تحديد زمن ذبذبة ما وما إذا كان الصوت مجهوراً أم مهموساً . كما أنه بالإمكان معرفة التردد الأساس للحبلين الصوتيين . هذا الجهاز لا يفيد في عرض الموجات الصوتية فحسب بل وفي عرض المعطيات التي تصله من أجهزة مثل معظم الأجهزة المذكورة أعلاه تحت الصوتيات النطقية .

٩. ٢. ٢. المطياف Spectrograph

يعد جهاز المطياف من أفضل الأجهزة التي خدمت الصوتيات الأكوستية إن لم يكن أفضلها على الإطلاق . فنظراً لأن موجات الصوت اللغوية من النوع المركب فإن عرضها باستخدام جهاز عارض الذبذبات لا يقدم كل التفاصيل عن الموجة الصوتية .

بينما يقدم المطياف ثلاثة أبعاد للموجة المرسومة وهي : التردد ، والشـــدة والزمـــن . وهذا يعين الباحث في معرفة : زمن الصوت ، والتردد الأساس ، والنطـــاق الرنينـــي وشدتها . ولذلك فإن معظم دراسات اكوستية الصوت اللغوية تعتمد علـــى المطيـــاف بشكل أو بآخر . و الشكل ٦. ٢. يبين الفرق بين ما يرسمه رسام الذبذبة والمطياف .

المطياف متوفر على هيئته القديمة – الجيـــل الأول – وعلـــى الشـــكل الرقمـــي digital – الجيل الثاني – كما ظهر مؤخراً المطياف الحاســـوبي computerized – الجيل الثالث . ويتكون الجيل الثالث في العادة من حاسوب شـــخصي مـــع بعـــض الإضافات في البرامج software والأدوات hardware . ويوجد بعض الاختلافـــات في الاستعمال ودرجة التحكم بين الأجيال الثلاثة ، إلا أن المبدأ الأساس مشترك بينـــها جميعاً ؛ وهو عرض موجات الصوت الكلامية بأبعادها الثلاثة المذكورة فـــي الفقـــرة السابقة .

ومـــن الإمكانـــات المتوفـــرة فـــي المطيـــاف الحاســـوبي computrerized spectrograph قياس النطـــق الرنينيـــة بدقـــة متناهيـــة وذلـــك باســـتخدام linear productive coding أو ما يعرف اختصاراً بـــ LPC . فيمكن بعد تحديد نقطة مـــا من زمن الموجة الصوتية عمل الـــ LPC (الشكل ٦. ٢.) كما يمكن أيضـــاً حســـاب التردد الأساس الشكل (٦. ١٤.) .

ويفيد جهاز المطياف في دراسة الصوائت vowels ، إذ إن الفرق الأساس بين أغلب الصوائت هو فارق طيفي . بمعنى آخر ، إن الفرق من الناحية الأكوستية يتمثل في اختلاف تردد النطاقين الرنينيين الأول والثاني :

Formant 1

Formant 2

كما أن النطاق الرنيني يحمل المشعرات لكثير من الصوامت consonants وخصوصاً الصوامت الوقفية stops . وباستخدام المطياف فإنه بالإمكان تحديد مشعرات الصوت الصامت المجاور لصوت صائت . ويفيد المطياف في تحديد ذبذبة الأصوات الاحتكاكية fricatives . إضافة إلى هذا فالمطياف يؤدي عمل جهاز عارض الذبذبة من حيث تحديد التردد الأساس ، زمن الصوت وما إذا كان الصوت مجهوراً أم مهموساً . وكذلك يفيد الدارسين في مجال الفوقطعية للأصوات اللغوية .

وقد توصل خبراء الإلكترونيات والحاسوب إلى تطوير أجهزة تعمل عمل أكثر من جهاز من تلك المذكورة أعلاه ، فعلى سبيل المثال ، قام معمل الصوتيات بجامعة ردنغ ببريطانيا بالتعاون مع شركة IBM بتطوير الحاسوب IBM PC AT ليقوم بعمل الأجهزة التالية : المطياف ، وعارض الذبذبة ، ورسام الحنك الإلكتروني ، ورسام الحنجرة الإلكتروني ، ومقياس انسياب الهواء إضافة إلى قياس ضغط الهواء داخل الجهاز الصوتي . وبهذا يتم اختصار أجهزة متعددة في جهاز واحد ، مما يساعد

على تخفيض تكاليف إنشاء المعامل الصوتية ودقة العرض والقياس مع سهولة مقارنة القياسات المختلفة .

٩. ٣. أجهزة لها علاقة بالصوتيات السمعية

يعتمد الباحثون في مجال الصوتيات السمعية على جهاز توليد speech synthesizer أو توليف الأصوات concatenated speech synthesizer . فالأول يقوم بتصنيع أصوات شبيهة بالأصوات اللغوية . ويقوم الباحث عادة بإدخال تعديل واحد عليها مع الإبقاء على بقية الخصائص الأخرى ثابتة . وبعد توليد الأصوات المطلوب دراستها تسجل على القرص الصلب في الحاسوب أو على شريط تسجيل ، ثم يعاد إسماعها إلى أشخاص ليطلب منهم الحكم على الصوت الذي يستمعون إليه (انظر الصوتيات السمعية) .

أما جهاز توليف الأصوات فيستخدم أصواتا طبيعية نطقها أشخاص فيتم التعديل فيها وإسماعها الأشخاص المشتركين في التجربة .

٩. ٤. الخلاصة

الصوتيات علم معملي يعتمد على التجارب التي بدورها تعتمد على معامل مجهزة تجهيزا حديثا يواكب التطور العلمي والتقني الذي نعيشه . وهناك أجهزة تخدم فروع الصوتيات الثلاثة : النطقية والأكوستية والسمعية . فيمكن متابعة حركات الجهاز

الصوتي وعضلاته والهواء المنساب داخله ، كما يمكن تسجيل موجات الصوت اللغوية وتحليلها ، إضافة إلى ذلك فإنه يمكن وضع تجارب واستخدام أجهزة دقيقة لمعرفة الكيفية التي تتم بها عمليتي السمع والإدراك . كل هذا الكم من الأجهزة تجعل النتائج التي يخرج بها الباحثون في علم الصوتيات دقيقة لدرجة كبيرة وتتمتع بالثبات والموضوعية .

أعمال لمزيد من الإطلاع

عربية :

أبو بكر ، يوسف الخليفة (١٣٩٢هـ) "أصوات القرآن: كيف نتعلمها ونعلمها" ، مكتبة الفكر الإسلامي ، الخرطوم .

آل ياسين ، محمد حسين (١٤٠٠هـ) "الدراسات اللغوية عند العرب إلى نهاية القرن الثالث" ، منشورات دار مكتبة الحياة ، بيروت .

أنيس ، الدكتور إبراهيم (١٩٩٠م) "الأصوات اللغوية" ، مكتبة الأنجلو المصرية .

ابن جني ، أبو الفتح عثمان (ت ٣٩٢ هـ) "سر صناعة الإعراب" ، دراسة وتحقيق الدكتور حسن هنداوي ، دار القلم ، دمشق ، ١٤١٣هـ .

البرازي ، مجد محمد الباكير (١٤٠٩هـ) "مشكلات اللغة العربية المعاصرة" ، مكتبة الرسالة الحديثة ، عمان ، الأردن .

الجو ، الدكتور كونغ (١٤١٢هـ) "نظرية علم اللسانيات الحديث وتطبيقها على أصوات العربية" . الدارة ، جمادى الأولى – جمادى الآخرة ، ص ١٠٥-١٥٣ .

الحمد ، الدكتور غانم قدوري (١٤٠٦هـ) "الدراسات الصوتية عند علماء التجويد" ، مطبعة الخلود ، بغداد .

الخولي ، الدكتور محمد علي (١٤٠٧هـ) "الأصوات اللغوية" ، مكتبة الخريجي .

الخولي ، الدكتور محمد علي (١٩٨٢م) "معجم علم اللغة النظري" ، مكتبة لبنان، بيروت .

السامرائي ، الدكتور إبراهيم(١٩٨٧م) "فقه اللغة المقارن" ، دار العلم للملايين ، بيروت .

السفروشني ، إدريس (١٩٨٧م) "مدخل للصواته التوليدية" ، دار توبقال للنشر.

الضالع ، الدكتور محمد صالح (د. ت.) "علم الأصوات عند ابن سيناء" دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

الفهري ، الدكتور عبد القادر الفاسي (١٩٨٥م) "اللسانيات واللغة العربية : نماذج تركيبية ودلالية " ، الطبعة الثانية ، دار توبقال للنشر ، الدار البيضاء .

بشر ، الدكتور كمال حامد (١٩٨٦م) "علم اللغة العام : الأصوات" ، دار المعارف ، القاهرة .

بشر ، الدكتور كمال حامد (د. ت.) "الأصوات العربية" ، مكتبة الشباب، القاهرة.

حسنين ، الدكتور صلاح الدين صالح (١٤٠٥هـ) "دراسات في علم اللغة الوصفي والتاريخي والمقارن" ، دار العلوم .

حنا ، الدكتور سامي عياد ، والدكتور شرف الدين الراجحي (١٩٩١م) "مبادئ علم اللسانيات الحديث" ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

رمضان ، الدكتور محيي الدين (د . ت.) " في صوتيات العربية"، مكتبة الرسالة الحديثة ، عمان .

زكريا ، الدكتور ميشال (١٤٠٦هـ) "الملكة اللسانية في مقدمة ابن خلدون : دراسة السنية" ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت .

سيبويه ، أبو بشر عمرو بن عثمان (ت ١٨٠هـ) "الكتاب" ، تحقيق عبد السلام محمد هارون (١٩٦٨م) ، دار الكتاب العربي ، القاهرة .

صالح ، فخري محمد (١٤٠٧هـ.) "اللغة العربية أداء ونطقاً" ، دار الوفاء للطباعة والنشر والتوزيع ، المنصورة .

عبده ، داوود (د. ت.) "دراسات في علم أصوات العربية" ، مؤسسة الصباح .

علوية ، نعيم (١٤٠٤هـ) "بحوث لسانية : بين نحو اللسان ونحو الفكر" ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت .

عمر ، الدكتور أحمد مختار (١٤١١هـ) "دراسة الصوت اللغوي" ، عالم الكتب ، القاهرة .

غازي ، يوسف (١٩٨٥م) "مدخل إلى الألسنية" ، منشورات دار العالم العربي الجامعية ، دمشق .

مصلوح ، الدكتور سعد (١٤١٠هـ) "دراسات نقدية في اللسانيات العربية المعاصرة" ، عالم الكتب ، القاهرة .

هلال ، الدكتور عبد الغفار حامد (١٤٠٨هـ) "أصوات اللغة العربية" ، مطبعة الجبلاوي .

هليل ، الدكتور محمد حلمي (١٩٩٤م) "الصوتيات" ، ترجمة عن برتيل مالمبرج ، عين الدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية ، القاهرة.

أجنبية :

Ahmed M. S. (1984) An experimental investigation of "emphasis" in Sudanese Colloqual Arabic. University of Reading ,Ph . D.

AL- Nassir, A. (1985) Sibawayh the phonolgist: A critical study of the phonetic and phonological theory of Sibawayh as presented in his treatise on Al-Kitab. Ph. D., York.

Al-Ani S. (1970) Arabic phonology . The Hague.

Al-bamerni, A. H . A. (1983) Oral, Velic and Laryngeal Coarticultion Across Language. Oxford, D. phil.

Alghamdi, Mansour (1990) Analysis, Synthesis and Perception of Voicing in Arabic, Ph. D. University of Reading.

Al-Hussain, A. A. A. (1986) An Experimental Investigation of Some Aspects of the sound System of the Gulf Arabic Dailect, With Special Rference to Duration . Essex, Ph. D.

Ali, L. (1974) " The perception of Coarticulated Emphaticness," Phonetica 29,225-231.

Al-Jazary, Z. M. H. (1981) An Experimental Study of Vowel Duration in Iraqi Spoken Arabic . Leeds, Ph. D.

Al-Mozainy, Hamza Qublan (1981) Vowel Alternations in a Beduin Hijazi Arabic Dailect: Abstractness and Stress. The University of Texas at Austin, Ph. D.

Al-Nassir, A.A. (1985) Sibawayh the phonologist: A Critical Study of the phonetic and phonological Theory of Sibawayh as presnted in His Treatise on Al/Kitab. York, D. phil.

Bladon, R. A. W. (1985) Auditory Phonetics. Oxford, Ph. D.

Blair, P. H. (1983) A phonetic Study of the Segmented Sounds of Sudanese Colloquial Arabic. Exeter, ph. D.

Borden, Gloria J. and Harris, Katherine S. (1984) Speech Science primer: physiology, Acoustics and perception of Speech. Second Edition, Williams & Wilkind, USA.

Bukshaisha, F. A. M. (1985) An Experimental Phonetic Study of Some Aspects of Qatari Arabic. Edingurgh, ph. D.

Catford, J. C. (1982) Funddamental Problems in Phonetics. Edinburgh University press, Edinburgh .

Clark, Herbert H. and Clark, Eve V. (1977) Psychology and Language: An Introduction to Psycholinguistics. Harcourt Barce Jovanovich, Inc.

Crystal, Davic (1987) A Dictionary of Linguistics and Phonetics. Basil Blackwell Ltd.

Dart, Sarah N. (1987
Consonants:

El-Jehani, Nasir Mohammed (1985) Sociostylistic Stratification of Arabic in Makkah (Sociolinguistics, Variation; Saudi Arabia). The University of Michigan. Ph. D.

Farmer, Alvirda (1984 Spectrography, in Experimental Clinical Phonetics. Investigatory Techniques in Speech Pathology and Therapeutics, Edited by Chris Code and Martin Ball (Billing & Sons Limited).

Flege, J. (1979) phonetic intreference in second language acquisition. Ph. D. Indiana University .

Flege, J., and port, R. (1981) Cross- language phonetic interference: Arabic to English, language and Speech 24, 125- 146 .

Fletcher, Samuel G. (1992) articulation: A Physiological Approach. Singular Publishing Group, Inc., San Diego, California.

Fry, D. B. (1987) The Physics of Speech. Cambridge University Press, Cambridge.

Ghalib, G.B.M. (1984) An Experimental Study of Consonant Gemination in Iraqi Colloquial Arabic. Leeds, Ph. D.

Gimson, A. C. (1987) An Introduction to the Pronunciation of English, third Edition. Edward Arnold, Maryland, USA.

Harrell, Richard S. (1962) A Short Reference Grammar of Moroccan Arabic. Georgetown University Press. Washington, D. C.

Istietiya, Samira Sharif (1984) The Phonetics and Phonology of Classical Arabic as Described by Al-Moqtased The University of Michigan, Ph. D.

Jongman, Allard (1986) Naturalness in Phonetics: A Study of Context-dependency. Brown University, Ph. D.

Kaye, A. S. (1970

Contrast in Polish. Brown University, Ph. D.

Keating, Patricia Ann (1980) A Phonetic Study of Voicing Contrast in Polish. Brown University, Ph. D.

Ladefoged, Peter (1962) Elements of Acoustic Phonetics. The University of Chicago Press, Chicago, USA.

Ladefoged, peter (1982) A course in phonetics . Second edition, Harcout Brace Jovanovich, Publishers. San Diego.

Laradi, W. J. (1983) Pharyngealization in Libyan (Tripoli) Arabic: An Instrumental Study. Edinburgh, Ph. D.

Lass, Norman J., ed, (1976) Contemporary Isues in Experimental Phonetics. Academic Press, Inc., New York.

Lehiste, Ilse, ed (1967) Readings in Acoustic Phonetics. MIT press.

Lieberman, Philip (1977) Speech Physiology and Acoustic Phonetics: An Introduction. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Lisker, Leigh; and Abramson, Arthur S. (1964
language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical
20, 384-442.

Lyons, John (1977) Chomsky. Fontana Press.

Mabrouk, F. A. (1981) A Linguistic Study of Gulf Phonology: An Articulatory and Acoustic Investigation of Contiguous Kuwaiti Stops and Vowels. Exeter, Ph. D.

Mansour, O.M. (1989) Hierarchical Classification of Arabic phonemes, unpublished master thesis , Ain Shams University).

May, Janet Grace (1980) The Perception of Egyptian Arabic Fricatives. The University of Connecticut, Ph. D.

Muller, E. M.; and Brown, W. S. (1980
Supraglorral Air Pressure Waveform and Their Articulatory Interpr
Advances in Basic Research and Practice, edited by N. Lass, (Academic, New York), Vol. 4.

Nadwi, Abdulla Abbas (1968) A Study of the Arabic Dialects of the Belad Ghamid and Zahran Region of Saudi Arabia on the Bases of Original Field Recording and an Examination of the Relationship to the Neighboring Regions. University of Leeds, Ph. D.

Nartey, J. N. Akpanglo, and Al- Arishi, A. Y. (1989) Introduction to phonology for non-native speakers of English, Sakumo Books, Tema, Ghana.

, J. D. (1984) Phonetics. Penguin Books, Middlesex, England.

Perkins, William H.; and Kent, Raymond D. (1986) Textbook of Functional Anatomy of Speech: Language and Hearing. Taylor & Francis, London.

Pullum, Geoggrey K.; and Ladusaw, William a. (1986) Phonetic Symbol Guide. The University of Chicago Press, Chicago.

Roach, P. J. (1986) English Phonetics and Phonology: A Practical Course. Cambridge University Press, Cambridge.

Rothenberg, M. (1968) The Breath system Dynamics of Simple-released-plosive Production. Buchdruckerei National Zeitung A G, Basel, Switzerland.

Sawashima, Masayuki; and Scooper, Franklin (ed) (1976) Dynamic Aspects of Speech Production: Current Results: emerging Problem and new Instrumentation. University of Tokyo Press.

Semman, Khalil I. (1968 Linguistics in the Middle Ages, edited by E. J. Brill (Netherlands).

Shaheen, K. S. K. A. G. (1979) The Acoustic Analysis of Arabic Speech. Wales, Bangor, Ph. D.

Sitrak, S. J. (1981) A phonological description of Modern Standard Arabic. Andrews, M. Litt.